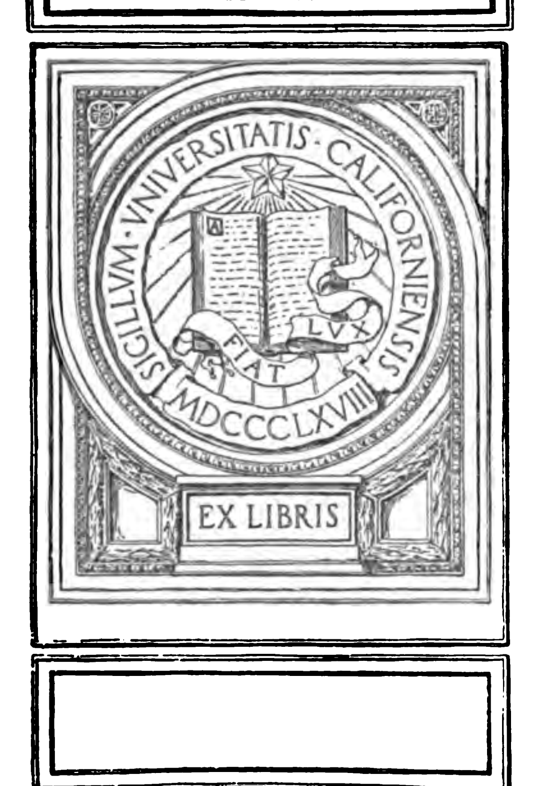



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SAINT-DENIS. — IMPRIMERIE CH. LAMBERT, 17, RUE DE PARIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle

VINGTIÈME ANNÉE

1884

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1884

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

EXPÉRIENCES
SUR LA
VITESSE RELATIVE DES TRANSMISSIONS
VISUELLES, AUDITIVES ET TACTILES

Par M. A. M. BLOCH

(Travail présenté à l'Académie des sciences et à la Société de biologie, en novembre 1883)

Les expériences que je vais exposer dans ce Mémoire m'ont permis de déterminer la vitesse comparative des transmissions visuelles, auditives et tactiles.

Disons d'abord ce qu'il faut entendre par le mot : *transmissions;* car dans la complexité des phénomènes sensoriels, chaque expression doit être rigoureusement définie. Les significations varient parfois d'un auteur à l'autre ; il paraît donc indispensable de fixer le sens des dénominations que l'on veut employer, afin qu'aucune ambiguité ne reste possible.

Prenons la vision pour exemple.

Si un corps lumineux vient frapper l'œil de l'observateur, le premier phénomène biologique consite dans la traversée des milieux transparents et dans la modification rétinienne.

On désigne généralement, sous le nom *d'excitation*, l'ensemble des faits localisés dans l'organe sensoriel lui-même : pour la vision, cette phase préparatoire d'une sensation s'appelle donc excitation rétinienne, ou bien excitation visuelle.

Le nerf optique transmet à l'encéphale les signes de la modification que la rétine vient d'éprouver ; tel est le deuxième temps de l'opération physiologique et la véritable transmission nerveuse, mais ce temps est tellement confondu avec les périodes ultérieures, qu'il échappe à l'analyse.

Ce n'est donc pas cette transmission nerveuse que j'ai pu soumettre à l'expérience, mais un ensemble que je vais avoir le soin de spécifier.

La modalité nouvelle de l'encéphale influencé par un corps lumineux se nomme la *sensation*. Nous avons conscience du phénomène : lumière, mais, sans rien de spécial, sans que nous sachions la nature particulière de l'excitant.

Parfois, la série sensorielle s'arrête là. Lorsque, par exemple, l'excitation rétinienne est très rapide, la sensation lumineuse apparaît seule, sans que nous ayons pu distinguer l'objet qui l'a produite.

Lorsqu'au contraire la série est complète, notre conscience a la notion entière de ce qui s'est passé, nous voyons l'excitant lumineux, nous avons la *perception* visuelle.

Le passage de la sensation à la perception est évidemment hypothétique et, tout porte à croire que son examen, dans le temps, est impraticable. Toutefois, puisque la sensation seule se manifeste dans certains cas, elle précède probablement chaque perception définitive.

Cela posé, je puis actuellement définir l'objet de mon étude et spécifier ce que je veux entendre par *transmission sensorielle*.

C'est le temps qui s'écoule entre le moment où l'excitant agit, physiquement et celui où il est perçu.

La transmission comprend donc tous les éléments dont je viens de faire l'analyse pour la vision.

Inutile d'ajouter que mes expériences n'ont rien de commun avec la recherche des vitesses du son ou de la lumière.

Les résultats que je vais relater représentent uniquement des transmissions physiologiques.

En d'autres termes et pour me résumer, j'ai cherché quelle est la relation des temps nécessaires pour qu'on voie, pour qu'on entende, pour qu'on se sente touché.

J'ai comparé successivement, l'audition au toucher, l'audition à la vision, la vision au toucher.

Comme chacun de ces examens a nécessité une installation particulière et constitue, pour ainsi dire, un travail indépendant, je divise le présent mémoire en trois parties, correspondant à ces trois séries d'expériences.

Un quatrième paragraphe contiendra la critique des méthodes employées par d'autres physiologistes, relativement au sujet que je traite. Dans un cinquième chapitre, je discuterai la valeur de l'expression : *équation personnelle.*

Je m'efforcerai de montrer combien est confuse l'acception dans laquelle on a coutume de prendre l'équation personnelle et, réservant ce nom à un ensemble de phénomènes bien distincts, je désignerai par les mots : *limite d'appréciation*, tout un ordre de faits physiologiques confondus avec les premiers, ressortissant à mon travail, peu connus, non encore spécifiés et qui, dans le langage ordinaire, sont souvent mis en cause sous la vague dénomination d'imperfection de nos sens.

Je me suis servi des seuls appareils en usage dans le laboratoire de M. Marey : cylindre avec régulateur de Foucault, tambours à levier, tambours explorateurs, diapason, etc.

Les détails du dispositif qu'il m'a fallu imaginer sont des plus simples, et les expériences dont je vais faire l'exposé peuvent être répétées dans tous les laboratoires, sans qu'il faille d'autres instruments que ceux qu'on y trouve généralement.

Il est donc possible de contrôler mes résultats sans installation spéciale; sans frais, par conséquent, et sans difficulté opératoire, car il suffit, pour les réaliser, d'un peu d'attention et d'une éducation qu'on acquiert aisément.

§ 1. — Audition et toucher.

J'ai d'abord comparé le temps nécessaire aux transmissions, jusqu'au sensorium, d'un son et d'un choc sur la main.

Le son, ou plutôt le bruit dont je me servais, était produit par une petite lame d'acier, terminée en pointe, un peu recourbée vers le bas, longue de deux centimètres et large de cinq millimètres.

Cette lame était fixée au bout d'une tige métallique portée sur un support vertical, à pied de fonte.

Elle heurtait, à chaque tour d'un régulateur de Foucault, une épingle dirigée suivant l'axe du cylindre et collée sur ce der-

nier, par les deux bouts, au moyen d'une goutte de cire à cacheter.

En ayant soin de séparer l'épingle de la surface cylindrique, la lame d'acier vient l'effleurer plus ou moins rudement, à chaque tour, et ne produit que ce seul bruit, car on évite qu'elle ne frôle le cylindre lui-même.

On a donc un son unique, très net, plus ou moins fort, à volonté, suivant que l'on fait heurter plus ou moins rudement le bec de la lame d'acier sur la tige de l'épingle.

Cette dernière a été placée vers la partie moyenne de la surface cylindrique.

A côté d'elle, est enroulée et collée une bande de papier que l'on noircit et sur laquelle vient écrire le style d'un tambour à levier ordinaire.

Le moment précis où le bruit se produit, c'est-à-dire le moment où la lame d'acier quitte l'épingle sur laquelle elle vient de passer, peut être très exactement repèré. Il suffit pour cela de faire marcher le cylindre à la main, lentement et de l'arrêter au point où l'épingle, après avoir été frôlée par la lame, est quittée par elle.

On fait, à ce point précis, jouer le style inscripteur du tambour à levier. Une erreur possible n'atteindrait certainement pas $\frac{1}{500}$ de seconde.

Le tambour à levier a été mis en communication, par un tube en caoutchouc, avec un tambour explorateur que l'on tient à la main et que l'on comprime, à cet instant précis où la lame quitte l'épingle, c'est-à-dire, produit le bruit dont on veut étudier la sensation.

Quant à la vitesse de propagation du son dans l'air, je n'ai pas besoin d'en tenir compte. En effet, mon oreille est constamment à moins de $0^m,50$ du cylindre.

Le son met donc, à m'arriver, un temps inférieur à $\frac{1}{700}$ de seconde, fraction négligeable, eu égard aux durées qui font l'objet de mes recherches.

Voilà donc un des éléments du problème connu : l'instant où se produit le son.

Cet instant restera invariable pendant toutes les expériences de comparaison dont nous allons parler.

Quant à l'excitation tactile, on en fera avancer ou reculer le moment. Voici comment elle est établie :

A l'autre extrémité du cylindre, on colle, avec de la cire à modeler, sur la surface métallique même, une petite lame de baleine, amincie à la lime et terminée en pointe.

On place cette lame, autant que possible, normalement.

Si, pendant la rotation du cylindre, on approche de l'onglet de baleine, le bord radial de l'index ou du médium, on sent, à chaque tour, un effleurement sur le doigt; c'est la sensation tactile dont il va falloir étudier les conditions.

On prend le repère de l'effleurement du doigt par le procédé qui a servi à repérer le son, c'est-à-dire qu'on arrête le cylindre, au moment où l'onglet touche le doigt et qu'on fait jouer les deux tambours conjugués, avec la main restée libre.

La distance marquée sur la bande de papier noirci, entre les deux repères, indique le temps écoulé entre la production du bruit et la production du choc sur le doigt.

Pour apprécier exactement ce temps, on inscrit, pendant la rotation du cylindre, les vibrations d'un diapason de 500 V. S. et, comptant, après l'arrêt du régulateur, le nombre des vibrations comprises entre les repères, on a la mesure exacte de la fraction de seconde qui sépare les deux phénomènes, bruit et excitation tactile.

J'ai fait, par le procédé que je viens de décrire, un grand nombre d'expériences, puis, j'ai ajouté au dispositif un perfectionnement que je vais relater avant de parler de l'expérience elle-même.

C'est à propos de l'instant précis où l'onglet touche le doigt et de la notation de cet instant.

Comme l'effleurement comprend un espace plus ou moins large du bord digital, pour réduire le plus possible la valeur du temps correspondant à ce passage, il convenait d'allonger le rayon à l'extrémité duquel se trouve l'onglet de baleine.

J'ai, dans toute une série d'expériences, substitué à l'onglet collé à même le cylindre, un onglet semblable, porté par une petite tige de bois d'environ 0,05 centimètres de long.

En fixant, avec de la cire à cacheter, le bout libre de cette tige, normalement au cylindre, on augmente de 0,05 centimètres le rayon du cercle que parcourt l'onglet de baleine, et

l'erreur de notation résultant de la durée du frôlement contre le doigt, est diminuée dans la proportion des deux rayons, soit environ dans la proportion $\frac{7}{12}$: le rayon du cylindre enregistreur étant d'environ 0,07 centimètres.

Il est impossible d'augmenter davantage la longueur du rayon, parce que son extrémité avec la tige de 0,05 centimètres, vient presque buter contre le pied de bois qui supporte le régulateur.

J'ajoute qu'il faut s'efforcer d'amoindrir, autant qu'on le peut, la surface d'effleurement du doigt; l'erreur, par toutes ces précautions, devient très minime, négligeable et compensée, d'ailleurs, par les nombreuses moyennes que j'ai prises.

Cela posé, il s'agit, soit en déplaçant, par tâtonnements, l'onglet de baleine, soit en déplaçant la main autour du cylindre, le long d'un tuteur qui assure son immobilité pendant l'expérience, il s'agit de rechercher dans quelles circonstances et pour quels intervalles on éprouve la simultanéité des deux sensations, auditive et tactile.

Inutile de dire que l'onglet de baleine est assez léger, assez flexible et qu'il touche assez légèrement le doigt pour que la sensation du toucher soit complètement silencieuse.

Or, voici ce que l'on observe :

Quand le bruit se produit avant le choc sur la main, jamais on n'éprouve la simultanéité des sensations; on distingue au contraire la succession suivante, on entend avant d'éprouver la sensation tactile.

Cette succession persiste lorsque les excitations deviennent synchrônes.

Elle persiste encore lorsque le choc de l'onglet de baleine sur la main devance le bruit jusqu'à ce que cette avance atteigne l'intervalle de $\frac{4}{250}$, $\frac{5}{250}$, ou $\frac{6}{250}$ de seconde. — Soit $\frac{5}{250}$ en moyenne.

A partir de ce point, la simultanéité continue d'être perçue, si l'on avance de plus en plus l'instant de l'excitation tactile, par rapport à la production du son, et cela, jusqu'à $\frac{13}{250}$, $\frac{14}{250}$, $\frac{15}{250}$ de seconde : soit $\frac{14}{250}$ en moyenne.

Au delà de $\frac{14}{250}$ de seconde, on perçoit le toucher avant le son.

Ainsi, pour deux excitations, l'une auditive, l'autre tactile, on observe un synchronisme apparent dans les sensations,

lorsque l'excitation tactile est première, pendant une période de cette avance comprise entre $\frac{11}{250}$ et $\frac{5}{250}$ de seconde.

Tel est le résultat brut de l'expérience.

Nous allons actuellement chercher à interpréter ce fait.

L'explication est basée sur une propriété sensorielle absolument établie et qui, nous le verrons par la suite, trouve une nouvelle confirmation dans le contrôle que mes expériences exercent les unes sur les autres.

Cette propriété peut s'énoncer ainsi :

Une sensation quelconque possède une persistance d'une certaine durée. Pendant une période déterminée de cette persistance, la sensation reste, dans notre sensorium, identique à ce qu'elle était à l'instant où elle a débuté.

La notion générale de la persistance des sensations est bien connue, mais le point sur lequel je viens d'insister est une particularité de cette notion.

Ce n'est pas une pure hypothèse, c'est un principe indéniable que mes expériences vont confirmer, car, ainsi qu'on le verra, elles sont inexplicables, si l'on n'admet pas ce principe, tandis qu'inversement, appuyées sur cette base, elles s'expliquent toutes. Les huit modes d'investigations dont elles se composent servent de démonstration mutuelle à l'idée que je viens d'émettre.

Pour faciliter mon exposition, je vais représenter par des lignes les faits expérimentaux dont je viens de parler, indiquant par T, S, S' les instants des excitations tactiles et auditives ; par O, O', O'', ceux des sensations elles-mêmes ; par ‿ le transport des excitations jusqu'au sensorium, et par ∿∿ la durée de persistance de ces sensations.

Les intervalles de temps seront notés, suivant l'usage, sur la ligne des abscisses, de gauche à droite, et les ordonnées seront en trait plein, lorsqu'il s'agira de moments connus et en trait ponctué, quand leur situation se rapportera à des instants non indiqués par l'instrument, mais donnés par le raisonnement seul.

Examinons d'abord (fig. 1) l'intervalle maximum qui donne le phénomène de simultanéité, c'est-à-dire $\frac{11}{250}$ de seconde.

L'excitation tactile, effectuée à l'instant T, se transmet à l'encéphale au bout du temps TO, qui nous est inconnu.

Mais la sensation qui commence en O dure un certain temps, avec toute son intensité (1).

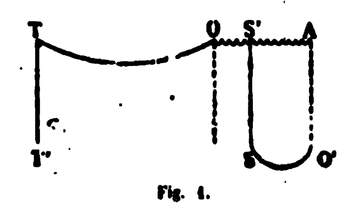


Fig. 1.

Soit O A le temps de cette persistance.

Pour que la sensation auditive paraisse simultanée, il faut, évidemment, que la transmission du son jusqu'au sensorium, espace de temps inconnu, S O' soit accompli, au plus tard, à la fin de la persistance du toucher, à la fin de la période O A.

Si, en effet, O' arrive après A, la sensation tactile aura cessé d'être perçue; elle devancera, par conséquent, la sensation auditive.

Or, il est possible de déterminer la durée de la persistance du toucher. Je dirai, plus loin, comment je l'ai mesurée. Elle est égale, pour le bord radial de l'index et du médius à $\frac{1}{43}$ de seconde.

On voit donc que l'intervalle maximum $\frac{11}{230}$ de seconde, plus le temps de la transmission du son, égalent et ne peuvent dépasser le temps de la transmission du toucher, plus, sa persistance.

Ce qui peut s'écrire :

$$TO + \frac{1}{43} = \frac{11}{230} + SO'$$

d'où :

$$TO = SO' + \frac{1}{31}$$

C'est-à-dire : *La vitesse de la transmission auditive est plus grande, de $\frac{1}{13}$ de seconde, que celle de la transmission tactile, lorsque cette dernière a pour point de départ un doigt de la main.*

J'arrive à l'interprétation de la seconde partie de l'expérience.

J'ai dit que, depuis $\frac{11}{230}$ jusqu'à $\frac{5}{230}$ de seconde, la simultanéité des deux sensations se manifeste, mais que, si le choc sur le

(1) Voir *Archives de physiologie*, 1875. Vitesse du courant nerveux sensitif, par M. A. Bloch.

doigt qui précède le son, s'en rapproche au delà de $\frac{5}{230}$ de seconde, la sensation auditive est perçue la première.

L'explication de ce fait repose sur les mêmes bases que l'interprétation précédente ; à savoir, sur les effets combinés de la persistance des sensations auditives et sur les durées des transmissions. J'exposerai plus loin le procédé qui m'a servi à déterminer la valeur de cette persistance.

Je l'évalue à $\frac{1}{31}$ de seconde.

Si (fig. 2), nous admettons que l'excitation auditive produite au moment S, est transmise à l'encéphale au bout du temps inconnu S O', à partir de cet instant O', elle durera, avec toute son intensité pendant le temps O'B égal ainsi que je le montrerai à $\frac{1}{31}$ de seconde.

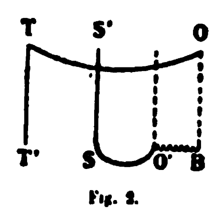


Fig. 2.

Elle sera, pour ainsi dire, dans *un continuel présent*, de O' à B.

Si donc la sensation tactile arrive au sensorium après l'instant B, le son nous semblera antérieur au toucher.

Inversement nous savons que la simultanéité existe lorsque la sensation tactile arrive avant le moment B.

Or, T O représentant le temps de la transmission tactile et le minimum T S étant égal à $\frac{5}{230}$ de seconde, nous pouvons écrire :

$$TO = TS + SO' + O'B$$

ou :

$$TO = \frac{5}{230} + SO' + \frac{1}{31}$$

d'où :

$$TO = SO' + \frac{1}{31}$$

Ce qui, tout à la fois, confirme le bien fondé de nos hypothèses relatives à l'action combinée des transmissions et des persistances auditives et tactiles, et nous montre l'exactitude numérique de notre premier résultat.

Nous écrivons donc de nouveau :

La vitesse de la transmission auditive est plus grande, de $\frac{1}{31}$ de

seconde, que celle de la transmission tactile, lorsque cette dernière a pour point de départ un doigt de la main.

Persistance du toucher et du son. — Voici comment j'ai procédé pour déterminer la persistance du toucher.

A côté de l'onglet de baleine que j'ai décrit plus haut et qui doit effleurer le doigt, j'ai enroulé, sur le cylindre, une étroite bande de papier, assez peu serrée pour pouvoir se déplacer en glissant sur la surface métallique.

Sur cette bande, j'ai fixé, avec de la cire, un second onglet, semblable au premier.

Les deux onglets sont assez rapprochés l'un de l'autre, par rapport à l'axe du cylindre, pour que, lorsque le régulateur est en mouvement, ils viennent frapper deux points très voisins du doigt que l'on présente.

Le second onglet peut être éloigné ou rapproché du premier, tout en restant sensiblement dans le même plan perpendiculaire à l'axe du cylindre. Il suffit, pour modifier sa position, de faire pivoter, pendant les arrêts de l'instrument, la bande de papier, dans un sens ou dans l'autre.

Après des tâtonnements successifs, on arrive à percevoir en même temps les deux chocs des onglets sur le doigt.

On prend alors des repères, au moyen du tambour à levier dont j'ai déjà parlé et on observe que l'intervalle extrême entre les deux onglets est de $\frac{1}{12}$ de seconde. Au delà, la succession des deux chocs est manifeste.

Je me propose d'utiliser, dans un autre mémoire, cette expérience, pour la détermination de la vitesse du courant nerveux sensitif, en me servant alternativement des doigts, puis du nez, comparativement à la sensation auditive.

Je dirai dès à présent que je possède des résultats confirmatifs de ceux que j'ai obtenus en 1875 (1) par un procédé tout différent.

Dans mon travail de 1875, j'estimais la persistance de la sensation de choc à $\frac{1}{15}$ de seconde, moyenne des écarts entre $\frac{1}{12}$ et $\frac{1}{18}$ de seconde.

J'ai dit qu'actuellement je trouve $\frac{1}{12}$ pour ma moyenne, ce qui

(1) *Archives de physiologie. Loc. cit.*

tient certainement à des conditions instrumentales, à la force du choc, à sa vitesse, etc. Mais si l'on songe que la différence entre mes anciens et mes nouveaux chiffres est inférieure à $\frac{1}{630}$ de seconde, on conviendra qu'il y a peu de compte à en tenir.

J'avais prévu et indiqué, dans mon mémoire sur la vitesse du courant nerveux les différences que la rapidité plus ou moins grande de la rotation peut occasionner : je n'ai, par conséquent, pas été surpris du désaccord léger que je viens de signaler.

D'ailleurs, fut-il plus important, il n'entacherait en rien la valeur finale de mes chiffres.

J'étudie un certain choc animé d'une certaine vitesse. C'est de celui-là seul que je dois estimer la sensation et la persistance. Nous allons voir que, lorsqu'il s'agit de la persistance du son, et nous verrons plus tard, à propos de la lumière, combien l'exclusion des données générales est importante.

En effet, j'ai trouvé $\frac{1}{84}$ de seconde pour la durée de la persistance du son.

Or, ce phénomène est apprécié dans des limites considérables par les auteurs.

Il est compris entre $\frac{1}{32}$ de seconde (physiologie de Beclard) et $\frac{1}{132}$ de seconde (d'après Ilelmoltz). Peu importe. J'étudie un certain bruit, un son spécial.

Pour avoir la durée de sa persistance, il me faut un autre son, semblable au premier, autant que possible.

Tant que ce deuxième bruit se confondra, dans ma perception, avec le premier, tant que je n'entendrai qu'un seul son, je pourrai conclure que la persistance du premier existe, avec son intensité initiale, et comme ma limite est de $\frac{1}{84}$ de seconde, comme en augmentant un peu l'écart, je perçois deux bruits, je suis fixé. C'est $\frac{1}{84}$ de seconde qui est la valeur dont j'ai besoin.

Pour estimer cette valeur, voici le dispositif que j'ai employé.

Une seconde lame d'acier, montée sur un support, comme celle que j'ai décrite, vient heurter la tige de l'épingle collée sur le cylindre.

Je puis modifier, pendant la rotation de l'instrument, la distance qui sépare les deux lames et, par conséquent, l'intervalle qui sépare les deux bruits successifs.

Cet intervalle est repéré par le procédé des tambours à levier et estimé par les vibrations inscrites du diapason de 500.

On arrive, par tâtonnements, en approchant ou éloignant les supports l'un de l'autre, à un écartement des lames tel, qu'au lieu d'entendre deux sons, on n'en perçoit plus qu'un seul, et cet écartement, repéré, donne $\frac{1}{84}$ de seconde.

Au delà, deux sons. En deçà, inutile de le dire, on n'en distingue qu'un.

La durée de la persistance de ce son particulier est donc de $\frac{1}{84}$ de seconde.

Avant de terminer ce sujet, je dois faire une observation générale, applicable à toutes les expériences qui vont suivre, comme à celles que j'ai déjà relatées.

Tous les déplacements des lames, des onglets de baleine, de la main, etc., doivent se faire, et je les ai faits, sans savoir quels intervalles de temps correspondaient à ces déplacements.

Il est indispensable d'expérimenter ainsi, en aveugle, si l'on veut avoir des résultats purement sensoriels et non des résultats pressentis.

Lorsque, après des tâtonnements plus ou moins longs, une expérience semble amener la simultanéité, soit pour deux sons, soit pour deux chocs, soit pour l'audition et le toucher, soit pour les phénomènes visuels que nous allons étudier, alors, seulement, on arrête le régulateur et on prend les repères.

C'est à cette sorte d'automatisme que je dois ma confiance dans les résultats numériques du présent mémoire.

§ 2. — Audition et Vision.

Le procédé général qui m'a permis de constater la différence de vitesse entre les transmissions auditives et visuelles repose sur les mêmes principes que celui que je viens de décrire, à propos du toucher et de l'audition.

J'ai cherché la simultanéité des deux sensations, et j'ai expliqué ce phénomène par les effets combinés des durées de transmissions et des durées de persistance.

Voici le dispositif de ces expériences.

L'excitation visuelle était produite par une lamelle de paillon

(feuille de cuivre argenté), large de 0,001 millimètre, collée, dans la direction de l'axe du cylindre, sur une bande de papier ordinaire préalablement enroulée sur l'instrument, et noircie à la flamme d'une bougie.

La bande n'est pas serrée et on peut aisément la faire pivoter autour du cylindre.

Or, avec cette disposition, le mouvement rapide du régulateur déplace le papier, en sens inverse de celui de la rotation. On obvie à cet inconvénient, en fixant, au commencement de chaque expérience, la bande contre la surface métallique, au moyen d'une boulette de cire à modeler, à cheval sur le papier et sur le métal.

J'ai placé un tube de 0,30 centimètres de long devant le régulateur, perpendiculairement à son axe. Ce tube est solidement fixé dans sa position.

La lamelle d'argent passe, à chaque tour, devant la lumière de ce tube, distante de quelques centimètres, et je place mon œil à l'autre extrémité.

Pour avoir une sensation visuelle très courte, l'orifice du tube qui regarde le cylindre est bouché par une boulette de cire percée, en son milieu, d'un trou d'épingle.

De cette façon, le passage de la bandelette métallique est de courte durée.

En prenant des repères, j'ai constaté qu'il ne dépassait pas $\frac{1}{50}$ de seconde.

Quant à la lumière du tube lui-même, elle avait 0,005 millimètres de diamètre. Je l'ai laissée intacte à l'extrémité oculaire.

Si j'ai pris un long tube, c'est pour éviter les erreurs qu'un déplacement de l'œil, en haut et en bas peut occasionner dans la notation des repères ; erreur très préjudiciable à la netteté de l'expérience et qu'on ne peut apprécier, si l'on se place à une faible distance, car il est impossible de fixer la tête et par conséquent l'œil dans la même position, d'une expérience à l'autre.

Ces dispositions prises, on conçoit qu'à chaque tour du cylindre, la lame d'argent, passant devant l'orifice du tude, donne une excitation visuelle.

Or, cette excitation, pour être nette, eu égard à la vitesse du passage, doit être extrêmement vive.

Je fixe, dans ce dessein, une bougie tout près du régulateur

et je la place de telle façon qu'au moment du passage, sa lumière se réfléchit sur la bandelette métallique et projette un éclair qui vient frapper l'œil placé à l'autre bout du tube.

Cet éclair a deux phases principales. Il illumine la face interne du tube, en haut puis en bas; lorsqu'il débute et lorsqu'il finit.

J'ai tenu compte de ces phénomènes successifs pour assurer la délicatesse de l'expérience et la précision de mes repères.

Quant à l'excitation auditive, elle reste la même que dans la première série de mes recherches. C'est encore le choc d'un style d'acier sur une épingle fixée au cylindre, qui la donne.

Il s'agissait donc de faire varier la position de la lame argentée, par rapport au moment du choc sonore et de chercher, par tâtonnements, à quel ou quels points la simultanéité des sensations pouvait être perçue.

J'ai omis de dire que la bande de papier sur laquelle est collée la lamelle d'argent a été préalablement noircie à la flamme d'une bougie.

De cette façon, on a une seule impression lumineuse à chaque tour; le reste de la surface cylindrique étant d'un noir mat absolument invisible.

Un détail expérimental à ajouter :

Comme il faudra, à chaque épreuve, faire pivoter la bande de papier et qu'en la touchant, les doigts laisseraient une empreinte sur le noir de fumée, j'ai eu soin de coller au bord de cette bande, aux deux extrémités d'un diamètre, deux bornes de cire à cacheter en relief.

On fait pivoter la bande, après avoir détaché la boulette de cire à modeler qui la fixe, en saisissant avec les deux mains les bornes dont je viens de parler.

Voici maintenant les résultats immédiats de l'expérience.

1° Lorsque le bruit se fait avant le passage de l'excitation visuelle, la simultanéité se manifeste au moment où l'intervalle arrive à $\frac{7}{250}$ de seconde. Avec un intervalle plus grand, le son est perçu avant la lumière, Si, inversement, on diminue cet intervalle, la simultanéité continue de se montrer, jusqu'à égalité, c'est-à-dire jusqu'au point ou la lame d'argent passe devant le tube en même temps que la tige d'acier quitte l'épingle et produit le son.

2° Lorsque l'excitation visuelle se fait avant la production du son, la simultanéité existe jusqu'à la limite : de $\frac{9}{250}$ à $\frac{9,5}{250}$ de seconde. Plutôt $\frac{9}{250}$. Avec un intervalle plus grand, la sensation visuelle paraît première et, inversement, avec un intervalle plus court que $\frac{9}{250}$ en moyenne, la simultanéité continue de se manifester, jusqu'à égalité de temps entre les deux excitations, visuelle et auditive.

L'interprétation des résultats précédents sera semblable à celle que j'ai exposée à propos des expériences comparatives du son et du toucher. Elle résultera des effets combinés de durées de transmission et des durées de persistance.

Examinons d'abord la première partie de l'épreuve, le cas où le bruit se fait avant l'apparition de l'éclair. La limite $\frac{7}{250}$ de seconde est très nette; c'est la moyenne d'expériences nombreuses, très voisines comme résultats numériques, oscillant de $\frac{6,5}{250}$ à $\frac{7,5}{250}$.

Appliquant de nouveau les notations et le *schéma* qui m'ont déjà servi, je désigne par SO la durée de la transmission auditive, par VO' celle de la transmission visuelle, toutes deux inconnues et je dis : l'intervalle S'V qui représente $\frac{7}{250}$ de seconde, étant le maximum de l'écart produisant la simultanéité, il faut que l'excitation visuelle reçue à l'instant V (fig. 3) arrive au

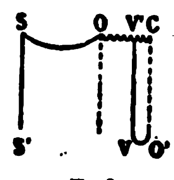


Fig. 3.

sensorium au plus tard, à la fin de la persistance de la sensation auditive.

Cette transmission visuelle VO' a donc pour limite le point C, terminaison de l'intervalle OC qui mesure la persistance du son.

Or, nous savons que cette persistance est de $\frac{1}{24}$ de seconde.

Nous pouvons écrire :

$$SO + \frac{1}{24} = \frac{7}{250} + VO'.$$

d'où :

$$SO = VO' + \frac{1}{[illegible]}.$$

C'est-à-dire :

La vitesse de la transmission visuelle est plus grande, de $\frac{1}{64}$ de seconde, que celle de la transmission auditive.

Si nous cherchons actuellement à interpréter le sens de l'intervalle $\frac{9}{250}$, limite de la simultanéité des sensations, lorsque l'œil est frappé avant l'oreille, il nous faudra tout d'abord déterminer la durée de la persistance visuelle.

Je dirai plus loin le procédé qui m'a servi. J'ai trouvé $\frac{12}{250}$ de seconde pour le cas particulier de l'éclair très vif dû au passage de la lamelle d'argent. Cela posé, nous avons vu que l'écart $\frac{9}{250}$ permet encore de percevoir la simultanéité; c'est-à-dire que le transport de l'excitation visuelle, VO (fig. 4) augmenté

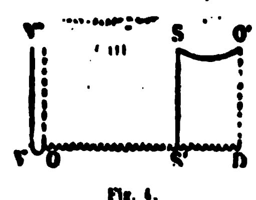


Fig. 4.

du temps de sa persistance, OD, égal à $\frac{12}{250}$ de seconde, doit arriver au sensorium à l'instant où commence la sensation auditive, non plus tôt. Sans cela, la sensation visuelle nous semblerait devancer l'autre.

Cela peut s'écrire

$$VO + OD = \frac{9}{250} + SO'.$$

$$\text{Or } OD = \frac{12}{250}.$$

$$\text{D'où } SO' = VO + \frac{3}{250}.$$

C'est-à-dire :

La vitesse de la transmission visuelle est plus grande de $\frac{1}{83}$ de seconde que celle de la transmission auditive.

Ainsi les deux parties de la même expérience ne donnent pas des résultats identiques, sans que je sache à laquelle il faut ajouter le plus de créance.

Mais il convient de faire observer qu'entre $\frac{1}{83}$ et $\frac{1}{64}$ de seconde, la différence n'est que de $\frac{1}{245}$ de seconde.

L'erreur, si tant est qu'il y ait erreur d'un côté est de peu d'importance et le contrôle sensoriel est suffisant, caractéris-

tique de l'authenticité de la théorie et de la précision de l'expérience. Il est permis par conséquent de prendre une moyenne et de dire, en dernière analyse :

La vitesse de la transmission visuelle est plus grande de $\frac{1}{75}$ de seconde, que celle de la transmission auditive.

PERSISTANCE DE LA VISION.. — J'ai donné $\frac{12}{250}$ de seconde comme limite de la persistance de la vision et j'ai eu soin d'ajouter qu'il s'agit d'une sensation particulière, très vive, produite par un éclair rapide et brillant.

On sait en effet que le phénomène de la persistance varie avec l'intensité de l'éclairage.

Je crois devoir répéter ce que j'énonçais plus haut à propos du son : je me sers d'une sensation spéciale, c'est cette sensation qu'il convient d'étudier dans ses phases successives, non une autre.

Si, avec elle, j'observe une durée de $\frac{12}{250}$ de seconde pour la persistance, peu importe que ce chiffre se retrouve ou non dans des expériences dissemblables.

Je tiens d'autant plus à insister sur ce point que nous verrons une valeur bien plus faible, $\frac{7}{250}$ de seconde, résulter de l'examen des deux lames de papier blanc.

Voici le procédé que j'ai employé pour mesurer la persistance de la sensation visuelle.

Je découpe, dans la bande de papier qui porte la lame argentée, un long rectangle dont un petit côté confine à la lame.

Dans ce rectangle, on aperçoit le métal du cylindre. Je recouvre ce métal d'une couche de noir de fumée, puis, au moyen de deux boulettes de cire à modeler, je colle dans cet espace une seconde lamelle argentée parallèle à la première et de même largeur qu'elle.

Comme la bande de papier peut pivoter, ainsi que je l'ai dit, lorsqu'on fait tourner les bornes de cire à cacheter dans un sens ou dans l'autre, on peut, à volonté, augmenter ou diminuer l'espace qui sépare les lamelles d'argent.

On examine par le tube le passage successif des deux éclairs et on arrive, en tâtonnant, à les mettre à une telle distance qu'on n'en voit passer qu'une seule; on ne perçoit plus qu'un seul éclair.

On prend alors les repères qui mesurent l'écartement entre la fin de l'apparition d'une lame et le commencement de l'apparition de l'autre.

On constate que cet écartement équivaut à $\frac{12}{250}$ de seconde.

C'est donc bien $\frac{12}{250}$ de seconde qui représente le temps pendant lequel la sensation de l'éclair reste à l'état présent dans notre perception.

J'ai recherché la durée de la persistance visuelle que produit le passage rapide d'une bandelette de papier blanc.

Cette bandelette avait une largeur équivalent à $\frac{3}{250}$ de seconde.

Après l'avoir fixée avec deux bandelettes de cire à modeler sur le cylindre préalablement noirci au noir de fumée, j'ai placé une seconde bandelette semblable, à quelque distance de la première, parallèlement, et j'ai, par tâtonnements, cherché l'écartement limite qui me donnât une seule perception; écartement au delà duquel je pouvais distinguer, pendant la rotation du cylindre, les deux bandes blanches.

J'ai dit que la limite pour un éclairage de deux bougies est de $\frac{7}{250}$ de seconde.

Elle reste d'ailleurs la même si l'on s'éclaire avec trois bougies ou si on n'en allume qu'une seule. Et cela montre que les durées de persistance ne varient pas avec une rapidité très grande lorsque l'intensité lumineuse diffère.

Il me fallait ensuite refaire l'expérience comparative de la vision et de l'audition, en substituant une bandelette de papier à la lamelle argentée dont je m'étais servi et voir si cette grande différence des temps de persistance : entre $\frac{12}{250}$ et $\frac{7}{250}$ de seconde, n'allait pas détruire les résultats de la première expérience.

Cette épreuve a été pleinement confirmative.

J'ai en effet trouvé pour limite de la simultanéité $\frac{7}{250}$ de seconde lorsque le son est premier, et $\frac{7}{250}$ lorsque l'excitation visuelle est première.

Or, si on veut bien se reporter à l'interprétation que j'ai donnée plus haut, on verra que, dans le premier cas, formulé par

$$SO + \frac{1}{n} = \frac{7}{250} + VO'$$

La persistance de la vision n'est pas en cause; je devais donc trouver $\frac{7}{250}$ de seconde, avec le papier blanc comme avec le papier métallique.

Dans le second cas, je trouve $\frac{7}{250}$ alors que la lamelle d'argent donnait pour limite $\frac{9}{250}$ de seconde.

Mais j'ai montré que l'éclair réfléchi par le métal était pour ainsi dire instantané. Lorsque'au contraire, j'emploie le papier ordinaire, la bandelette met $\frac{3}{250}$ de seconde à passer et le temps de la persistance ne commence, évidemment que lorsque la perception complète vient de se faire.

On ne doit donc la repérer que depuis la fin du passage, ce qui peut s'écrire :

$$VO + OD + \frac{3}{250} = \frac{7}{250} + SO'$$

mais $OD = \frac{7}{250}$

d'où $VO + \frac{10}{250} = \frac{7}{250} + SO'$

d'où, enfin $SO' = VO + \frac{3}{250}$.

Résultat identique à celui que nous donnait le papier d'argent.

§ 3. — **Vision et toucher.**

Nous avons vu la différence de vitesse entre les sensations auditives S et les sensations tactiles T.

$$T = S + \frac{1}{31}.$$

Nous avons également reconnu la différence de vitesse entre les sensations visuelles V et les sensations auditives S.

$$S = V + \frac{1}{72}.$$

Nous pouvons en déduire la valeur de T par rapport à V.

$$T = V + \frac{1}{72} + \frac{1}{31} = \frac{1}{21} + V.$$

C'est-à-dire :

La vitesse de la transmission visuelle est plus grande, de $\frac{1}{21}$ de seconde, que celle de la transmission tactile, lorsque cette dernière a pour point de départ un doigt de la main.

Je possède donc les vitesses relatives des trois sensations étudiées.

Mais la dernière comparaison, celle du toucher par rapport à la vue, m'a été donnée par un calcul et non par une expérience directe.

Je vais décrire cette dernière expérience. Elle doit, évidemment servir de contrôle à toutes les autres, et si les chiffres

qu'elle donne concordent avec les précédents, ce sera une garantie considérable en faveur de la réalité des théories et de l'exactitude des valeurs numériques, dans toute la série expérimentale.

Pour réaliser la comparaison des sensations visuelles et tactiles, j'ai été obligé de changer le dispositif qui doit donner la perception de la vue.

En effet, il était impossible, en regardant par le tube décrit plus haut, de présenter la main tout près du cylindre et de se placer commodément, la tête se trouvant éloignée du cylindre de 40 centimètres environ.

J'ai remplacé le tube par un stéthoscope dont le petit orifice est en partie bouché par de la cire.

Le stéthoscope est fixé devant le régulateur, sur un support qui l'immobilise complètement.

On regarde par le pavillon, en s'approchant le plus possible, en emboîtant l'entonnoir de l'instrument dans le creux de l'orbite, de façon à conserver, d'une expérience à l'autre, une position déterminée de l'œil.

L'excitation visuelle est produite par la lame argentée qui m'a déjà servi; mais cette lame ne sera pas déplacée, d'une expérience à l'autre. C'est le moment de l'excitation tactile qui sera avancé ou reculé en changeant la position de la main que l'on fait glisser le long d'un tuteur vertical.

La sensation du toucher résulte, comme dans les expériences du paragraphe 1, de l'effleurement que produit un onglet de baleine collé normalement à la surface métallique du cylindre.

Ici, il faut éviter avec soin tous les bruits, celui du choc de l'onglet, quelque léger qu'il puisse être, et surtout le murmure à renforcements périodiques que produit en tournant le régulateur lui-même.

Il est donc indispensable de se boucher les oreilles avec du coton, afin de ne recevoir plus que les deux impressions sensorielles soumises à l'épreuve, le toucher et la vision.

Cela étant, voici ce que j'ai constaté :

1° Quand l'excitation visuelle est première, jamais la simultanéité ne se manifeste.

2° A partir de l'égalité des deux excitations : le choc de l'onglet sur le doigt arrivant à l'instant du passage de l'éclair,

peut-être même un peu après, soit lorsque le choc devance l'éclair de $\frac{1}{250}$ de seconde, la simultanéité se montre et continue de se manifester jusqu'à ce que l'intervalle atteigne de $\frac{16}{250}$ à $\frac{17}{250}$ de seconde.

L'interprétation du phénomène est semblable à tout ce que j'ai écrit précédemment.

Je vais néanmoins la relater dans ses détails.

L'intervalle maximum qui donne la simultanéité, lorsque le toucher précède la vision, étant de $\frac{16,5}{250}$ de seconde, il faut, comme nous avons dit plusieurs fois, que l'excitation visuelle, produite après $\frac{16,5}{250}$ de seconde, arrive au sensorium, au plus tard, à la fin de la persistance du toucher; sinon, le toucher paraît premier.

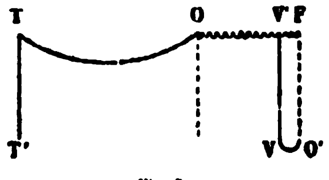


Fig. 5.

On peut donc écrire (fig 5) :

$$TO + OF = \frac{16,5}{250} + VO'$$

Or, OF est connu, c'est $\frac{1}{12}$ de seconde.

$$\text{d'où : } TO = VO' + \frac{1}{24}.$$

Rappelons que le résultat obtenu par le calcul, avant cette dernière expérience, donnait $\frac{1}{21}$ de seconde au lieu de $\frac{1}{24}$.

La différence est minime, car elle n'est que de $\frac{1}{168}$ de seconde.

Si nous cherchons, actuellement, à expliquer la seconde partie de l'expérience, nous trouvons (fig. 6) :

Fig. 6.

$$TO = \frac{1}{250} + VO' + O'G$$

$$O'G = \frac{12}{250}$$

$$\text{d'où } TO = VO' + \frac{1}{19}.$$

En dernière analyse, nous voyons combien le contrôle de nos six procédés d'expérimentation en assure le bien fondé, puisque, malgré la diversité des épreuves, nous trouvons pour la différence de vitesse des transmissions visuelles et tactiles, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{24}$, de seconde.

L'écart est, on le voit, extrêmement minime, insignifiant au point de vue du résultat. Il a de quoi surprendre même, par sa petitesse, si l'on considère la délicatesse des opérations sensorielles que l'examen des simultanéités nécessite.

§ 4. — Discussion du procédé par réponses volontaires.

La méthode que je vais exposer et dont je vais réfuter les bases, consiste à signaler, par un mouvement volontaire, l'instant où l'on perçoit une sensation.

Elle est séduisante au premier abord, aussi a-t-elle été employée par un assez grand nombre de physiologistes, soit pour comparer entre elles les transmissions sensorielles, soit pour étudier la vitesse de l'agent nerveux centripète ou centrifuge, soit, encore, pour déterminer le temps nécessaire à l'accomplissement des actes réflexes.

Le procédé est spécieux, en effet. Il semble rationnel de se dire : je reçois une excitation visuelle et je signale, par un mouvement volontaire, l'instant où j'ai perçu la sensation. D'autre part, je reçois une excitation auditive et je signale la perception du bruit.

L'intervalle de temps qui sépare l'excitation de l'accomplissement du mouvement, n'est pas le même d'un sens à l'autre.

Or, tout est égal, mouvement, opération intellectuelle, temps perdus de l'instrument. Une seule chose diffère, la transmission sensorielle.

Donc, les différences représentent la solution cherchée, c'est-à-dire la vitesse comparative des transmissions, pour la vision et pour l'audition.

Il n'en est rien. Cette explication est absolument erronée, incapable de résoudre le problème, car elle n'en saisit pas les éléments ; aussi, est-ce en pure perte qu'on s'est efforcé de perfectionner l'instrumentation dans les expériences de ce genre, je m'efforcerai de le démontrer.

J'ai déjà, en 1875 (1), donné longuement cette démonstration, à propos du courant nerveux sensitif.

Depuis cette époque, nous avons, M. Charles Richet et moi, réétudié la question, sur l'invitation de M. le professeur Marey.

Je vais relater quelques-uns des résultats et présenter un certain nombre de graphiques obtenus dans cette collaboration.

Mais je reprendrai d'abord l'examen des transmissions comparatives par de nouvelles expériences faites à l'aide du procédé qui met en jeu les réponses volontaires.

Voici comment l'expérience a été conduite.

L'excitation auditive et l'excitation visuelle étaient les mêmes que celles des recherches décrites dans la première partie de ce mémoire.

Pour le bruit, le choc d'une lame d'acier sur la tige d'une épingle; pour l'excitation visuelle, le passage devant la lumière d'un tube, d'une bandelette de papier plus ou moins fortement éclairée.

Le cylindre inscripteur a été préalablement recouvert de papier noirci et, sur un pied voisin, est placé un tambour à levier dont le style trace une circonférence pendant la rotation de l'instrument.

Le tambour à levier est en communication, par un tube de caoutchouc d'environ 0,60 avec un explorateur du cœur.

On tient la capsule de l'explorateur dans la main de façon que le bouton vienne presser la face palmaire du pouce, vers le milieu de la longueur de ce doigt.

Dans cette situation, le moindre frémissement du pouce se communique au style inscripteur, car l'explorateur est constamment sous pression.

On diminue donc dans toute la mesure du possible, le temps perdu qui précède la notation des mouvements.

On met le régulateur en marche, et à chaque tour, on signale par une rapide et très faible pression, l'instant où l'on a entendu le bruit.

Voici le graphique d'une de ces expériences :

(1) *Archives de physiologie*, loc. cit.

Le repère du son a été pris, en S, pendant l'arrêt du cylindre, et les réponses volontaires à la sensation auditive se sont espacées dans l'intervalle qui s'étend entre R et R'.



Le diapason inscrit en D D' est de 500 vibrations simples.

On voit tout d'abord, en examinant ce graphique, la discordance des réponses volontaires, et quel peu de créance mériterait une moyenne prise dans un champ aussi étendu.

Les limites extrêmes égalent, au moins le temps SR, du cycle tout entier, depuis l'excitation jusqu'aux réponses les plus hâtives.

Pour compléter l'exposition, j'ajouterai que le bruit se faisait à 0,40 centimètres environ de mon oreille, et qu'il n'y a pas à tenir compte, par conséquent, du temps nécessaire au transport du son dans l'air, puisque l'erreur est inférieure à $\frac{1}{700}$ de seconde.

Quant au temps que la pression du pouce met à se transmettre au tambour inscripteur, il est extrêmement minime, inférieur à $\frac{1}{250}$ de seconde et n'influence en rien les résultats peu délicats de l'expérience.

Voici comment j'ai recherché la valeur de ce temps perdu.

Je substitue au cardiographe un tambour à levier semblable à celui qui doit inscrire le graphique, et fixant le second tambour sur un pied, j'approche le levier de la lame d'acier qui heurte l'épingle, de telle sorte que cette lame vienne frapper la petite tige de bois par son élasticité, après avoir quitté l'épingle.

Les deux tambours étant reliés par un tube en caoutchouc, le choc dont je viens de parler se communique au style et s'inscrit sur le papier enfumé.

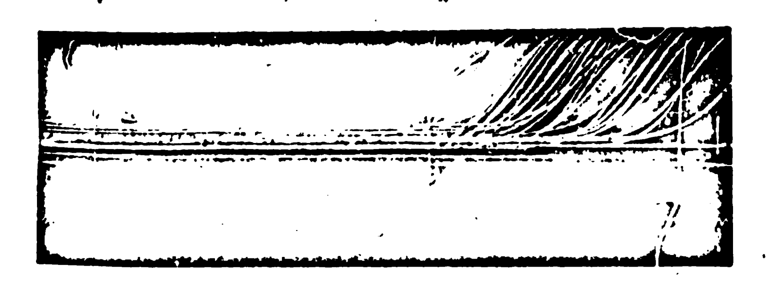
L'expérience faite, j'arrête le régulateur et je compare le

départ de la courbe au repère pris pendant les repos du cylindre.

L'écart est, ainsi que j'ai dit, d'environ $\frac{1}{250}$ de seconde.

On peut donc considérer les réponses comprises dans le graphique n° 1, entre R et R' comme notées à leurs instants véritables.

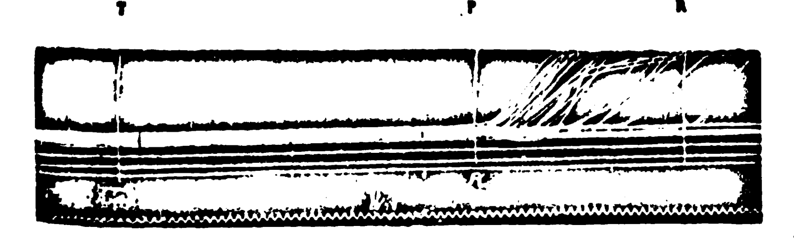
Voici un graphique représentant les réponses à des excitations visuelles.



Le passage de la bandelette de papier est repéré en V; les réponses sont comprises entre R et R'.

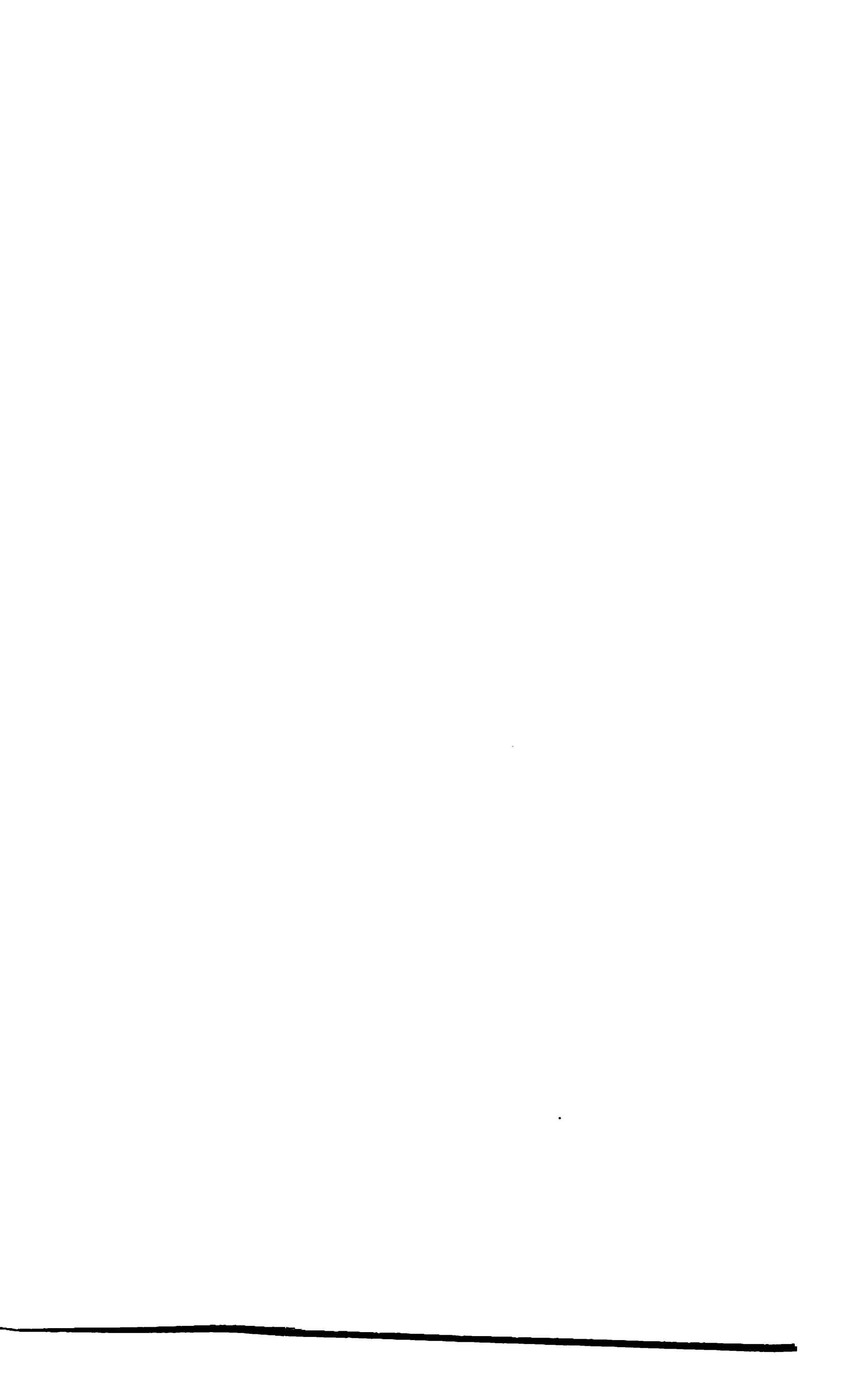
Il est aisé de voir que le plus grand nombre d'entre elles paraît plus tardif que les réponses à l'excitation auditive, mais avant de montrer ce qu'une conclusion basée sur ce fait aurait de peu fondé, il est bon de faire observer l'importance de l'écart entre les réponses, écart à peu près semblable à celui du premier tracé.

Enfin, le graphique n° 3 est l'ensemble des réponses volontaires à des excitations tactiles.

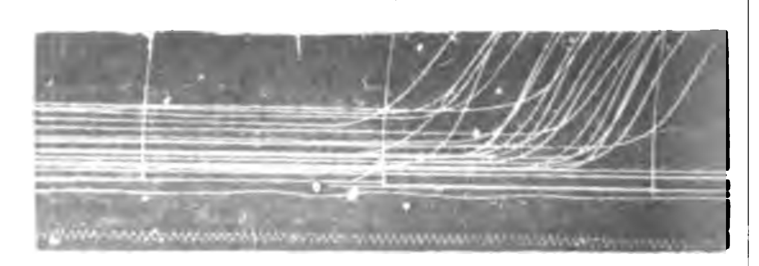


Son aspect est semblable à celui des précédents.

J'ai modifié les excitations sans avoir des changements notables dans le temps compris entre le phénomène physique et le mouvement du doigt.



[illegible] pris en S, pendant l'arrêt du cylindre, [illegible] les réponses volontaires à la sensation auditive se sont espacées dans l'intervalle qui s'étend entre R et R'



[illegible] vibrations simples [illegible]

[illegible] graphique, la dis[illegible] [illegible] peu de créance mérit[illegible] [illegible] dans un champ aussi étendu.

[illegible] au moins le temps SR, du cy[illegible] [illegible] jusqu'aux réponses les plus [illegible]

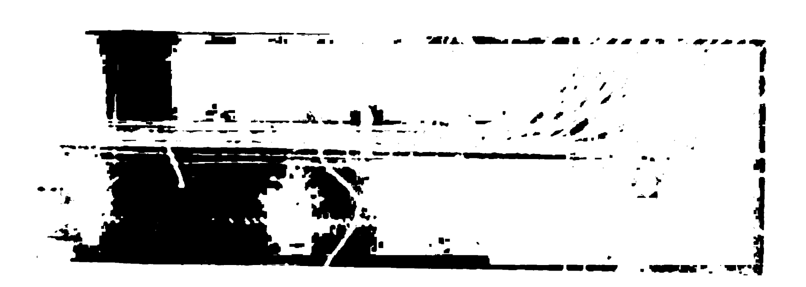
[illegible] l'expérience, j'ajouterai que le bruit se fais[illegible] [illegible] de mon oreille, et qu'il n'y a pas [illegible] par conséquent, du temps nécessaire au transp[illegible] [illegible] l'erreur est inférieure à [illegible] de [illegible]

[illegible] pression du pouce met à se transm[illegible] [illegible] il est extrêmement minime, il [illegible] en rien les résultats [illegible]

[illegible] ce temps per[illegible] [illegible] semble [illegible] le second tem[illegible] [illegible] frapper [illegible] [illegible] quitté l'épau[illegible] [illegible] caoutch[illegible] [illegible] style et [illegible]

[illegible] compare [illegible]

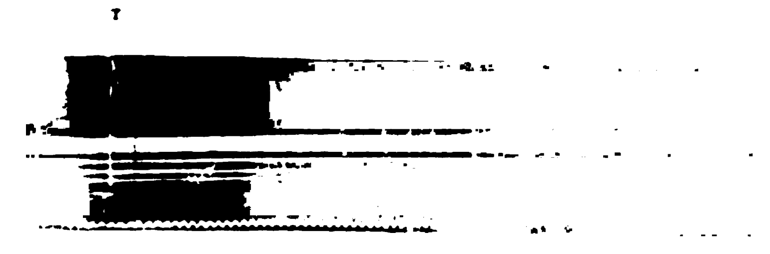
[illegible]



Le passage de la bandelette de papier est repéré en V, les réponses sont comprises entre R et R'.

Il est aisé de voir que [illegible] plus grand [illegible] entre [illegible] plus tardif que les réponses à [illegible], mais avant de montrer [illegible] qu'une conclusion basée [illegible] peu fondée, il est bon de faire observer [illegible] de l'écart entre les réponses, écart à peu près semblable à celui du premier tracé.

Enfin, le graphique [illegible] est l'ensemble [illegible] à des excitations [illegible].



[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]

répond plus vite à une sensation auditive et même à une [...]ion tactile qu'à une sensation visuelle : rien de plus.

[...] preuves de l'assertion qui précède m'ont été fournies par [...]vail fait par M. Charles Richet et moi, dans le labora[...]t sur l'invitation de M. le professeur Marey, en 1877.

[...]'agissait de rechercher la vitesse de l'agent nerveux sen[...] chez l'homme, par le procédé des réponses volontaires. [...]périences nous ont montré l'impossibilité de résoudre le [...]me par cette méthode, impossibilité que j'avais d'ailleurs [...]e en 1875 (1).

[...] avions une installation d'une précision extrême : on en [...] par les tracés que je vais reproduire.

[...] en quoi consistait l'expérience :

[...]recevait une secousse électrique sur un point déterminé [...]ps et on en signalait la perception par le mouvement [...]oigt de la main.

[...]e cylindre enregistreur, on colle une feuille de papier, [...] fixe sur le papier un fil de cuivre, dans la direction de [...] cylindre et on met ce fil en communication avec le [...]étallique du régulateur.

[...]e part, une petite lame d'acier, portée par une tige de [...]ient frôler, pendant la rotation, le papier et à chaque [...]il métallique.

[...] du régulateur et la lame d'acier sont les deux pôles [...]e et on voit par cette disposition qu'à chaque tour, le [...]e ferme au passage du fil métallique et s'ouvre pres[...]édiatement, après ce passage.

[...]s ce courant on place un signal électro-magnétique [...] Deprés, et si le pied portant ce signal est entraîné [...]charriot, parallèlement au cylindre, les fermetures et [...] du courant seront inscrites suivant une ligne parallèle [...] régulateur, ainsi qu'on le voit à la gauche de tous les [...]s qui vont suivre.

[...]ne courant de pile passe par les bornes inductrices [...]ne de Dubois-Raymond. Les fils induits sont amenés [...]bornes d'une pince isolante dont les extrémités peu[...] promenées sur le corps de l'observateur.

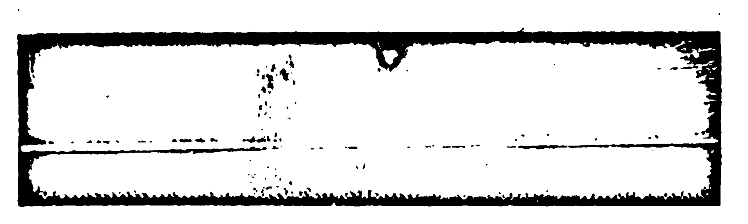


Ainsi, les réponses aux sensations visuelles ne sont pas plus concordantes, s'il s'agit d'une bandelette blanche faiblement éclairée ou d'une lame d'argent réfléchissant à son passage la lumière d'une bougie et produisant un vif éclair.

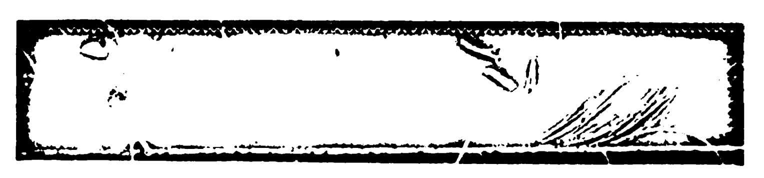
De même, j'ai fait varier l'intensité du choc sonore sans obtenir de modifications dans les tracés.

Je me contenterai de montrer deux exemples relatifs aux excitations visuelles.

Le premier a été obtenu avec une bandelette blanche peu éclairée ; le second avec un papier métallique très brillant.



Nous sommes actuellement arrivés à l'interprétation de l'expérience. Si elle ne donne pas les vitesses comparatives des transmissions sensorielles, à quoi cela peut-il tenir?



L'explication est facile, et j'en montrerai plus loin le bien fondé, expérimentalement.

Les réponses volontaires contiennent un élément psychique inconnu dans sa durée aussi bien que dans sa manière d'être : la transformation d'une perception en volition ; cet élément diffère d'une sensation à une autre, sans que nous puissions savoir pour quel motif ; l'habitude le modifie, l'exercice l'accélère, il n'a pas la stabilité indispensable à tout calcul numérique, et, dès qu'on le met en jeu, l'expérience physiologique n'a plus de portée.

Dès lors, la seule interprétation rationnelle des graphiques précédents est celle-ci :

On répond plus vite à une sensation auditive et même à une sensation tactile qu'à une sensation visuelle : rien de plus.

Les preuves de l'assertion qui précède m'ont été fournies par un travail fait par M. Charles Richet et moi, dans le laboratoire et sur l'invitation de M. le professeur Marey, en 1877.

Il s'agissait de rechercher la vitesse de l'agent nerveux sensitif, chez l'homme, par le procédé des réponses volontaires. Les expériences nous ont montré l'impossibilité de résoudre le problème par cette méthode, impossibilité que j'avais d'ailleurs affirmée en 1875 (1).

Nous avions une installation d'une précision extrême : on en jugera par les tracés que je vais reproduire.

Voici en quoi consistait l'expérience :

On recevait une secousse électrique sur un point déterminé du corps et on en signalait la perception par le mouvement d'un doigt de la main.

Sur le cylindre enregistreur, on colle une feuille de papier, puis on fixe sur le papier un fil de cuivre, dans la direction de l'axe du cylindre et on met ce fil en communication avec le pivot métallique du régulateur.

D'autre part, une petite lame d'acier, portée par une tige de verre, vient frôler, pendant la rotation, le papier et à chaque tour, le fil métallique.

Le bâtis du régulateur et la lame d'acier sont les deux pôles d'une pile et on voit par cette disposition qu'à chaque tour, le courant se ferme au passage du fil métallique et s'ouvre presque immédiatement, après ce passage.

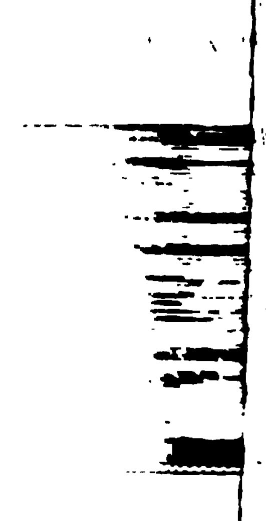
Si, dans ce courant on place un signal électro-magnétique de Marcel Deprès, et si le pied portant ce signal est entraîné par un charriot, parallèlement au cylindre, les fermetures et ruptures du courant seront inscrites suivant une ligne parallèle à l'axe du régulateur, ainsi qu'on le voit à la gauche de tous les graphiques qui vont suivre.

Le même courant de pile passe par les bornes inductrices d'une bobine de Dubois-Raymon. Les fils induits sont amenés aux deux bornes d'une pince isolante dont les extrémités peuvent être promenées sur le corps de l'observateur.

(1) Loc. cit.

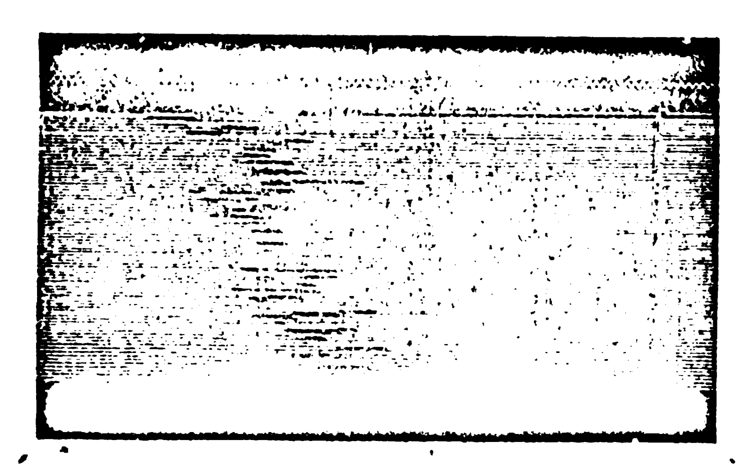
[illegible] sur le [illegible]
[illegible] reçoit une success[illegible]
[illegible] que, puisque [illegible]
[illegible] rapprochées l'une de [illegible]
[illegible] traduire l'intensité de [illegible]
[illegible] est une bobine par [illegible]

[illegible] par une clé que la pi[illegible]
[illegible]
[illegible] contact métalli[illegible]
[illegible]
[illegible] évite le [illegible]
[illegible]



On voit, à gauche de la figure, les signaux en ligne verticale, indiquant l'instant des secousses et, vers la droite, les réponses volontaires très distantes les unes des autres, malgré la délicatesse de l'outillage dont nous nous sommes servis.

La figure suivante est le graphique de réponses faites à des excitations reçues à la main.

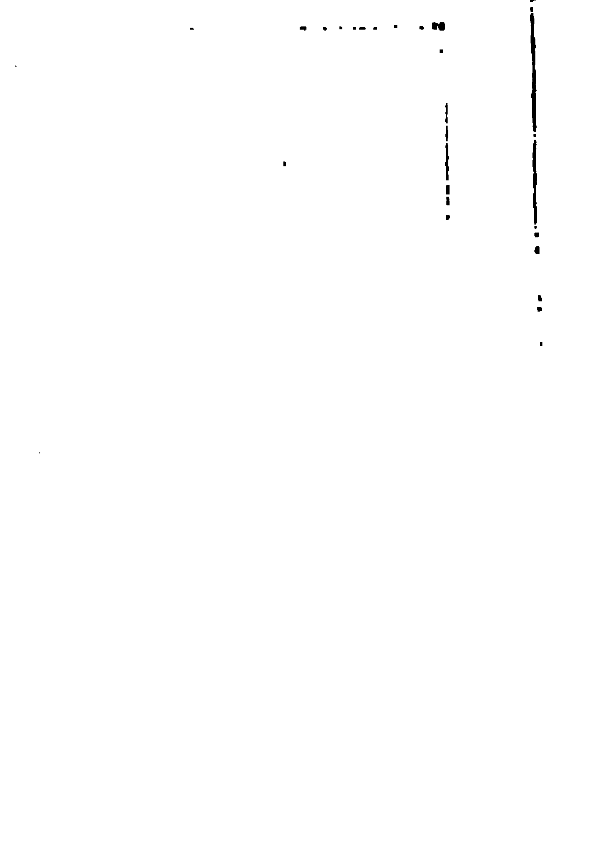


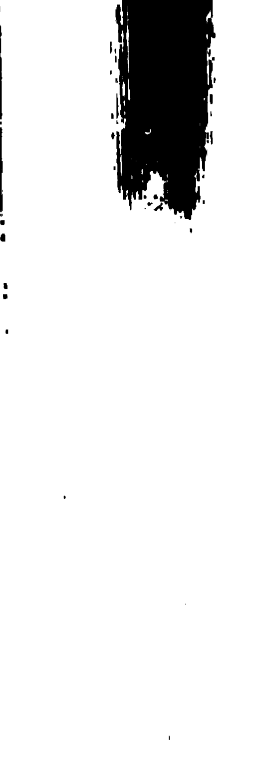
Ce tracé, plus régulier que le premier, est l'évidente démonstration de ce que j'ai avancé plus haut.

En effet, les réponses sont plus rapprochées du moment de l'excitation que lorsque l'épaule recevait la secousse électrique. Pourtant, la main est plus éloignée du sensorium que l'épaule. Les longueurs de nerfs n'ont donc rien à voir dans les résultats de l'expérience et la seule explication possible est celle-ci : habitués que nous sommes à recevoir des excitations tactiles à la main, nous les signalons plus aisément, plus *régulièrement* et plus vite que les excitations localisées à l'épaule.

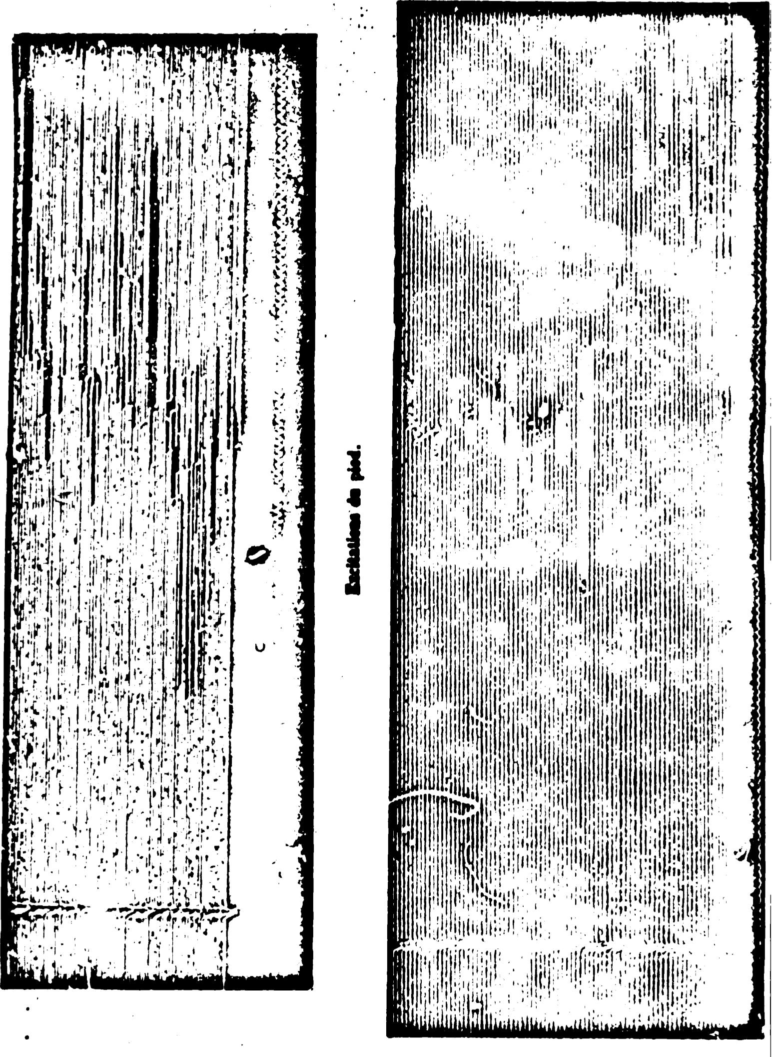
De même, le pied est plus souvent excité que la fesse. Les graphiques donnent un résultat semblable au précédent et, dans les figures qui suivent, on constate une réponse plus rapide lorsque le pied est frappé que lorsqu'il s'agit de la fesse.

Voici les graphiques, pris dans la même séance, de la main et de la langue.





On répond très vite à l'excitation de cette dernière, cela

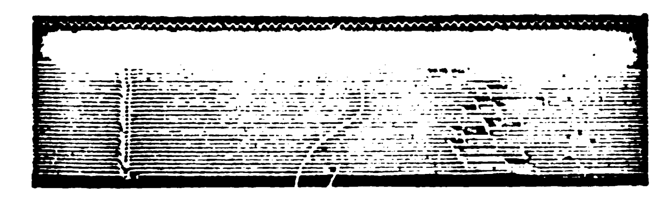


Excitations du pied.

se conçoit aisément; plus vite même qu'aux excitations reçues à la main.

Les preuves que je voulais exposer me paraissent actuellement suffisantes.

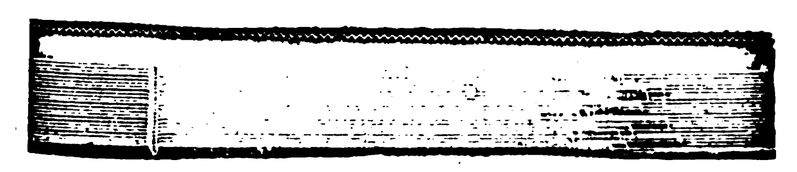
Si on répond plus vite à une excitation reçue en un point situé comme la main et le pied à un mètre plus loin de l'encé-



Excitations de la langue.

phale qu'un autre point, tel que l'épaule ou la fesse, c'est que l'opération psychique qui transforme une perception en volition est la cause des différences.

Dès lors, cette opération doit influencer les expériences de

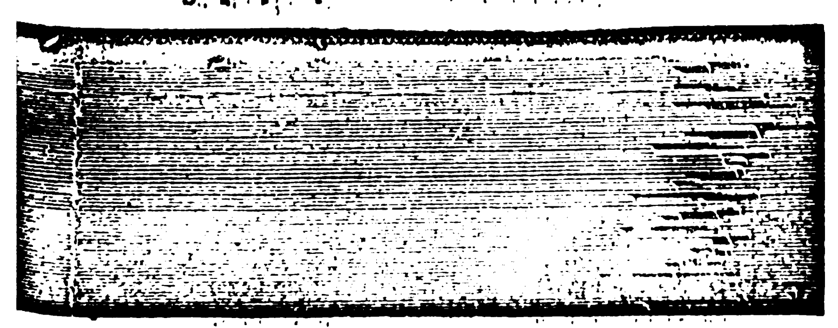


Excitations de la main.

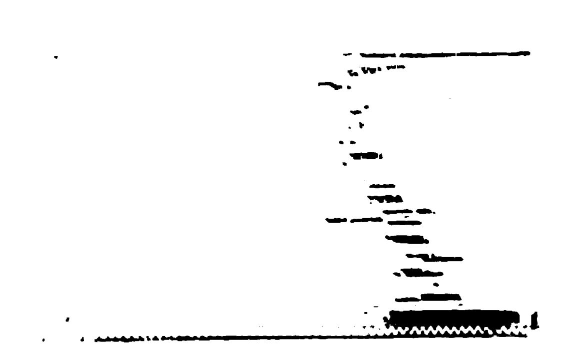
même ordre relatives aux excitations visuelles, auditives et tactiles. Si elle n'est pas le seul facteur des différences de temps, elle est tout au moins un élément considérable, indépendant des durées de transmission centripète et la méthode générale des réponses volontaire est foncièrement erronée.

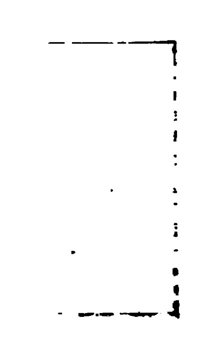
Il y a plus. Pour un même point excité ; la main par exemple, on peut se faire une éducation telle qu'on diminue du triple au tiers le cycle complet allant de l'excitation au signal du doigt.

Voici trois graphiques pris dans la même séance. Dans tous



Réponses lentes.





… d'appréciation

[illegible]

[illegible] conséquences sont [illegible] dites succes[illegible]

[illegible] des cal[illegible] sont pourtant désignées par une [illegible] *temps personnel*.

[illegible]

[illegible]

[illegible] totales.

[illegible] les [illegible] dans l'enregistrement du passage des astres sont [illegible] que, suivant Arago, elles atteignent et dépassent même [illegible] parfois une seconde.

M. Wolf a voulu chercher les causes de ces divergences, fort [illegible] à la science astronomique et il a, dans ce but, [illegible] un appareil au moyen duquel un astre artificiel passe [illegible] l'objectif d'une lunette dans des conditions que l'obser[illegible] peut modifier à son gré.

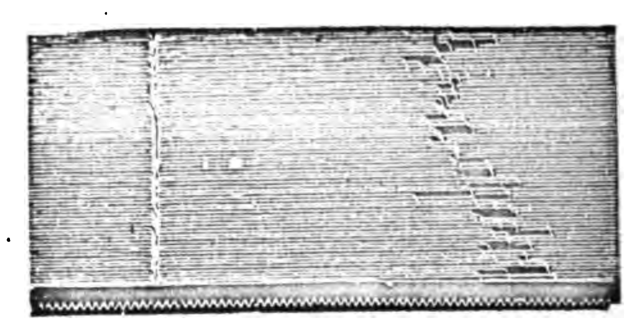
[illegible], les enregistrements de passage se font par deux mé[illegible].

La première, dite méthode ancienne, consiste à computer, [illegible] une estimation psychique [illegible] deux [illegible], l'un visuel, l'autre auditif.

L'observateur compte les battements de la seconde donnés [illegible] une pendule spéciale et, au moment du passage de l'astre [illegible] du réticule [illegible] la fraction de [illegible] correspondant à l'instant du pa[illegible].

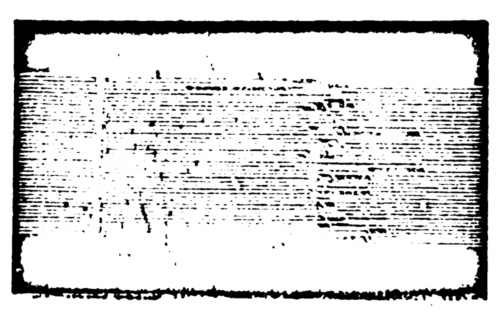
[illegible]

les trois, la main recevait la secousse électrique et j'ai pu, en y



Réponses rapides.

prêtant attention, faire trois séries bien rhythmées de réponses, quoique les signaux varient de $\frac{3}{10}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde environ, pour le cycle complet.



Réponses très rapides.

Cette dernière série d'épreuves est décisive et puisqu'on peut, par l'éducation, modifier le temps nécessaire au cycle qui part de l'excitation pour finir au mouvement volontaire, la méthode cesse d'avoir la moindre valeur physiologique au point de vue qui nous occupe.

§ 5. — Equation personnelle. — Limite d'appréciation.

Les modalités sensorielles et psychiques que je viens d'étudier dans les paragraphes précédents sont, ainsi qu'on a pu le voir, d'espèces différentes. Un seul trait les réunit : elles constituent, pour la vision, pour le toucher et pour l'audition la cause ou plutôt les causes des erreurs résultant de l'exercice de nos sens dans l'appréciation des phénomènes physiques.

Ainsi, nous signalons par un mouvement volontaire, l'instant d'une excitation, au bout d'un temps variable toujours avec un retard qui résulte de facteurs nombreux. Ainsi, nous sommes incapables d'apprécier exactement le synchronisme ou la succession d'excitations différentes, ainsi encore, pour un même sens, la durée de la sensation nous fait croire à la simultanéité de deux excitations, alors qu'elles sont en réalité successives.

Tous ces faits dissemblables sont pourtant désignés par une même appellation : l'*équation personnelle*.

Je tiens à réagir contre cette confusion fâcheuse et je vais, le plus papidement possible, faire l'historique de l'expression : équation personnelle, afin de montrer ce que réellement on doit entendre par ces mots et ce qui doit désormais en être distingué et porter une autre appellation.

L'expression *équation personnelle* ou *erreur personnelle* a été créée par M. Wolf et le mémoire qui l'établit a éte publié par le savant astronome en 1866 dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*. Ce travail a trait à la notation du passage des astres et aux perfectionnements qu'il etait indispensable d'apporter dans l'exercice de cette notation.

L'auteur, en effet, dit que, d'un observatoire à un autre, les différences dans l'enregistrement du passage des astres sont telles que, suivant Arago, elles atteignent et dépassent même quelquefois une seconde.

M. Wolf a voulu chercher les causes de ces divergences, fort préjudiciables à la science astronomique et il a, dans ce but, construit un appareil au moyen duquel un astre artificiel passe devant l'objectif d'une lunette dans des conditions que l'observateur peut modifier à son gré.

Or, les enregistrements de passage se font par deux méthodes.

La première, dite méthode ancienne, consiste à comparer, par une estimation psychique et exclusivement sensorielle deux phénomènes, l'un visuel, l'autre auditif.

L'observateur compte les battements de la seconde donnés par une pendule spéciale et, au moment du passage de l'astre dans les fils du réticule de sa lunette, il apprécie la fraction de seconde correspondant à l'instant du passage.

La deuxième, dite méthode nouvelle, est basée sur le même cycle de phénomènes que les expériences dont j'ai donné plus haut quelques exemples.

L'astronome presse un bouton au moment du passage de l'astre et ferme ainsi un courant qui s'inscrit sur un papier mobile.

Dans ce dernier procédé l'erreur est variable, je l'ai montré dans mes graphiques. Une éducation plus ou moins complète la modifie, c'est ce que j'ai signalé abondamment.

M. Wolf dit avoir réduit de $\frac{3}{10}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde le temps du cycle complet en s'habituant à la notation du passage de son astre artificiel; ces choses peuvent en effet s'apprendre et très rapidement même, puisque, pour une excitation électrique de la main, j'ai réduit mon erreur dans les mêmes proportions, et cela dans une seule séance.

Voilà l'*erreur personnelle*, *l'équation personnelle* :

Le nom est fort bien choisi : il est exact, car chaque individu a sa façon de répondre plus au moins vite à une excitation sensorielle quelconque ; puisque, ainsi que je me suis efforcé de le montrer, l'élément prédominant du cycle consiste dans un acte inconnu, individuel : la transformation d'une perception en volition.

Jusqu'à ce point, je suis en complet accord avec M. Wolf, mais lorsqu'il s'agit de l'ancien procédé de notation, qui résulte de la comparaison du battement de la seconde avec la vue du passage, je diffère radicalement du savant astronome, sous tous les rapports : appellation, appréciation des temps et théorie explicative.

Pour être plus clair, je vais traiter séparément ces trois objets de ma critique.

Il est bien entendu que mes observations n'ôtent rien à mon estime pour le travail que je vais discuter. Il a rendu un immense service à l'astronomie et l'auteur a certainement entrevu une partie de la solution du problème. Mais je fais ici de la physiologie.

Comme physiologiste, je dois reconnaître que M. Wolf n'a pas suffisamment élucidé la question et qu'il a jeté une confusion préjudiciable dans notre science, par la généralisation

de son expression et par l'inexactitude de ses chiffres et de sa théorie.

A. J'ai dit que sous la rubrique : équation personnelle, on pouvait entendre le cycle qui commence à une excitation sensorielle et finit à un mouvement volontaire.

Si on prétend parler, soit des différences de transmission sensorielle, soit du synchronisme apparent de deux sensations successives, les causes et les chiffres n'ont plus aucun rapport avec l'équation personnelle, il faut créer un autre mot.

Ainsi, nous avons dit que, pour la vision et l'audition, la première peut devancer la seconde de $\frac{9}{250}$ de seconde, que la seconde peut devancer la première de $\frac{7}{250}$ de seconde et que pourtant, dans tout l'intervalle compris entre ces limites, les perceptions nous arrivent simultanément.

Nous avons vu que la durée d'une perception visuelle vive peut être de $\frac{12}{250}$ de seconde et que, par conséquent, notre conscience est trompée dans l'estimation de deux excitations successives qui, distantes de $\frac{12}{250}$ de seconde, nous semblent néanmoins synchrônes.

Ce que je viens de répeter pour la vision, on l'a trouvé dans le courant de ce mémoire à propos des autres sens.

Toujours la conscience est trompée ; toujours les causes d'erreur résident dans la durée des persistances ou dans l'action combinée des persistances et des durées de transmissions ; jamais l'élément *Volition* n'entre en jeu ; les choses sont purement sensorielles.

Distinguons-les donc de l'équation personnelle et appelons LIMITE D'APPRÉCIATION ce qui, en effet est la limite au delà de laquelle notre appréciation est en défaut, soit pour les excitations d'un seul sens, soit pour des excitations différentes.

B. M. Wolf, comparant les résultats de la méthode ancienne à ceux de la méthode nouvelle dit qu'il est arrivé aux mêmes résultats et qu'il a réduit son erreur d'estimation des passages dans les proportions ; depuis $\frac{3}{10}$ jusqu'à $\frac{1}{10}$ de seconde.

Ce fait prouve uniquement que l'auteur se servait d'un outillage peu sensible, pas autre chose.

Il expose, en effet, dans la description de son appareil que l'erreur tenant à l'instrument lui-même ne dépassait pas $\frac{1}{100}$ de seconde.

Or, cette limite de son exactitude instrumentale est pour nous un chiffre énorme. Avec le régulateur de Foucault on estime aisément un *millième* de seconde et l'erreur venant du moteur est, dans sa valeur absolue, bien inférieure à cette fraction.

Ce terme extrême de $\frac{1}{100}$ de seconde, barrière de M. Wolf est, au contraire, pour moi, le fondement de tout mon travail. Tous mes chiffres s'étendent entre *le tiers d'un centième et quelques centièmes* de seconde.

On voit donc que nous parlons à peine la même langue et que les choses égales dans le mémoire du savant astronome peuvent différer, diffèrent considérablement en effet dans le mien. Lorsqu'il dit ne pas voir de différence quand il compare le passage à un son, à une excitation visuelle où à une secousse électrique, cela prouve simplement que son outillage, très largement suffisant pour le but qu'il se proposait, est absolument inexact s'il s'agit de recherches physiologiques sur les sensations.

Le lecteur a pu s'en convaincre par les résultats variés qui font l'objet de mes recherches. Il a dû remarquer l'extrême mobilité des données de l'expérience, non seulement d'un sens à un autre, mais, dans la même comparaison sensorielle, pour une simple variation dans l'intensité de l'excitation.

C. Enfin, je ne puis accepter l'explication donnée par M. Wolf.

Il rapporte tout à la persistance de la vision, dans l'appréciation du procédé dit ancien et, se basant sans plus informer, sur les chiffres classiques de Plateau et de Helmoltz, il assigne une durée à peu près fixe à la persistance de la vision et affirme qu'on ne doit tenir aucun compte de la persistance auditive.

J'ai établi, je l'espère, que cette interprétation est loin de a vérité.

Chaque sensation d'une intensité donnée porte avec elle sa persistance déterminée et les chiffres généraux n'ont aucune valeur.

J'ai montré qu'entre l'éclair produit par la réflexion d'une bougie sur un papier métallique et le passage d'une bande de papier ordinaire, la durée de la persistance varie de $\frac{12}{100}$ à $\frac{7}{100}$ de seconde : presque du double au simple.

Quant à la persistance du son, dans mes expériences, elle atteignait $\frac{3}{100}$ de seconde.

Comparé à $\frac{7}{225}$ de seconde, cette persistance est donc une quantité presque moitié de la persistance de la vision ; M. Wolf considère pourtant cette persistance de l'audition comme absolument négligeable.

Il est inutile, je crois, de pousser l'argumentation plus loin et de parler, par exemple, de la persistance du toucher dont M. Wolf ne parle pas dans son mémoire.

Je crois avoir suffisamment démontré que son interprétation de l'erreur de notation, lorsqu'il s'agit de comparer le son à la vision est sinon fausse, du moins incomplète.

Elle explique tout par la seule durée de la perception lumineuse, alors que le facteur, persistance de l'audition, joue un rôle d'une importance capitale dans le problème.

CONCLUSIONS.

Il ressort de ce travail les conclusions suivantes :

1° La vitesse relative des transmissions sensorielles ne peut pas être étudiée par la méthode qui consiste dans une réponse volontaire à une excitation des sens.

Cette méthode, en effet, met en jeu les diverses parties d'un cycle physiologique qui se compose, tout au moins, des phénomènes suivants :

Modification périphérique.
Transmission nerveuse.
Transformation d'une sensation en perception.
Transformation d'une perception en volition.
Transmission motrice.
Inertie du muscle.
Temps perdu de l'instrument.

Elle établit des résultats sur un élément, inconnu dans sa durée comme dans son essence : la transformation d'une perception en volition ; élément individuel, variable, modifiable par l'habitude, et, chose fondamentale, indépendant, pour le toucher, par exemple, des durées de transmissions tactiles ; en opposition avec elles.

2° On peut déterminer les vitesses comparatives de transmission pour la vue, l'ouïe et le toucher, en se servant de la simultanéité apparente des sensations et en recherchant les limites entre lesquelles cette simultanéité se manifeste.

3° L'interprétation des espaces de temps compris entre ces limites repose sur les actions combinées des temps de transmission et de durées de persistance des sensations.

4° Étudiant pour chaque cas particulier, la durée de la persistance des sensations soumises à l'expérience, on peut déduire la fraction de seconde qui mesure la comparaison cherchée : la comparaison des transmissions sensorielles.

5° Chacune de mes expériences se compose de deux parties indépendantes l'une de l'autre et la concordance des deux résultats établit entre ces parties un mutuel contrôle.

6° La comparaison de la vision, de l'audition et du toucher, deux à deux, constitue trois expériences distinctes ; le contrôle de chaque résultat est donc fait par cinq autres résultats concordants, quoique absolument indépendants.

7° Cette quintuple preuve de chaque résultat est non seulement une garantie de la valeur numérique de chacun, mais aussi, mais surtout, une garantie du bien fondé de la théorie qui a présidé à l'expérimentation.

8° Je propose de désigner sous le nom de LIMITE D'APPRÉCIATION l'erreur sensorielle que nous ne pouvons éviter, soit en comparant deux sensations du même ordre, soit en comparant deux sensations différentes, par rapport à l'instant de l'excitation physique.

9° Je propose de réserver le nom d'ÉQUATION PERSONNELLE à l'erreur d'appréciation, très modifiable, qui résulte du cycle commençant par une excitation et finissant par un mouvement volontaire.

10° En dernière analyse, j'ai trouvé les résultats suivants :

Des trois sensations étudiées, la vision est la plus rapide. Puis vient l'audition, dont la transmission dure $\frac{1}{72}$ de seconde de plus que la transmission visuelle ; enfin le toucher, sur la main, dont la transmission dure $\frac{1}{24}$ de seconde de plus que la transmission visuelle.

(Laboratoire de M. MAREY.)

OBSERVATIONS

SUR

QUELQUES LÉSIONS INFECTIEUSES

DES MUQUEUSES ET DE LA PEAU

(DIPHTHÉRIE, CHARBON, MYCOSE INTESTINALE, MORVE, FIÈVRE TYPHOÏDE, CHOLÉRA, GANGRÈNE, SUEUR ROUGE, VERRUES).

Par VICTOR BABES
Agrégé à l'Université de Budapest.

(*Travail du Laboratoire de M. Cornil*) (1).

(PLANCHES I A IV.)

Diphthérie. — Il n'est pas douteux que la diphthérie soit une maladie contagieuse et que, dans les produits de cette maladie, on trouve souvent un grand nombre de bactéries. Ces bactéries, microbes ou bacilles, sont ordinairement limités à la surface, mais on en rencontre aussi souvent dans les vaisseaux de la muqueuse atteinte de la diphthérie et, dans certains cas d'infection généralisée, dans les ganglions lymphatiques voisins, dans les vaisseaux des reins et du foie. De même, dans la pneumonie consécutive à la diphthérie, on a décrit (Buhl) (2) un grand nombre de microbes semblables à ceux des fausses membranes.

Si l'on inocule les produits diphthéritiques chez le lapin, surtout dans la cornée, on peut produire une maladie qui ressemble à la diphthérie et qui est liée à la présence d'une masse énorme de bactéries. Si, malgré la connaissance de ces faits, je m'occupe encore des bactéries diphthéritiques, c'est pour faire remarquer que ces bactéries, leur siège et les lésions qu'elles déterminent ne sont pas toujours identiques, pour montrer qu'il en existe plusieurs espèces, et enfin pour décrire les lésions des tissus causées par leur présence.

On sait que dans certaines mortifications des muqueuses, on

(1) Les directeurs du *Journal d'anatomie* croient devoir rappeler que les auteurs des mémoires qu'ils insèrent dans leur recueil sont seuls responsables des opinions qu'ils y émettent, celles qu'ils y ont exposées concernant les relations des bactéries avec les altérations des tissus et des humeurs restant les mêmes. (*Rédaction.*)

(2) Gerhardt, Kinderkr; Weyl, catarrh. pneum.

peut trouver des bactéries d'espèce variable. Par l'inoculation, d'une part, de bactéries passagères, par exemple celles du charbon et, d'autre part, par la production d'une inflammation d'une muqueuse, on peut produire une diphthérie dont les produits contiennent les bacilles du charbon ou d'autres microbes pathogènes. M. Heubner (1) a prouvé que, si la compression d'une muqueuse dure assez longtemps pour que les vaisseaux comprimés aient perdu la faculté de recevoir de nouveau du sang, il se produit une mortification de la muqueuse. Ordinairement, il y a aussi dans ces produits mortifiés des bactéries, mais celles-ci ne peuvent engendrer une maladie généralisée et ne sont pas les mêmes que celles de l'infection diphthéritique. Il faut donc admettre que la signification des microbes dans la diphthérie est différente suivant les cas. Ainsi, on trouve souvent une mortification limitée des surfaces diphthéritiques dont le tissu mortifié est rempli de bactéries et ces dernières causent la mortification ou tout au moins sont liées à la mortification ; ces bactéries peuvent produire une lésion, une mortification progressive, mais ordinairement elles ne déterminent pas une infection généralisée, de même qu'une infection généralisée ne peut pas pénétrer dans une région déjà mortifiée. D'après mon observation personnelle, je dois dire qu'il existe des cas de diphthérie généralisée consécutive à une inflammation simple de la muqueuse. La muqueuse enflammée devient plus tard le siège d'une fausse membrane diphthéritique. Dans d'autres cas, la diphthérie est primitive et elle est suivie d'une infection généralisée. Enfin, il est possible qu'une affection diphthéritique très bien caractérisée reste locale.

Jusqu'ici j'ai rencontré, dans les différents produits de la diphthérie quatre ou cinq espèces différentes de bactéries, et j'ai remarqué que les faits, dans lesquels j'avais trouvé une certaine espèce de bactéries, forment un groupe bien limité en ce qui concerne leur extension, une épidémie, par exemple, dans une ville ou un hôpital, et montrent des symptômes caractéristiques et différents des diphthéries causées par d'autres bactéries.

M. Klebs (2) a remarqué également que, dans les diphthéries

(1) Monographie sur la diphthérie, 1883, Leipzig.
(2) Wanderversammel., Wiesbaden, 1883.

observées à Prague, le microparasite et les symptômes de la maladie ne ressemblent pas à ce qu'il avait observé à Zurich.

En outre de la diphthérie primitive, on doit supposer que les inflammations pseudo-membraneuses des muqueuses consécutives aux autres maladies infectieuses, à la scarlatine, à la rougeole, à la variole, diffèrent autant par leurs micro-organismes que par leurs symptômes.

La plupart des cas de diphthérie observés à Budapest commencent par une inflammation du pharynx et des amygdales; il s'y développe une pseudo-membrane jaunâtre, adhérente. Rarement on observe des ulcérations ou de l'œdème de glotte, mais il y a presque toujours une inflammation croupeuse du larynx, de la trachée et des bronches, de la bronchite souvent purulente, de la pneumonie catarrhale lobulaire des parties moyennes ou inférieures des poumons. Parfois, surtout au summum d'une épidémie, on voit le voile du palais et les amygdales enflammées se couvrir d'une pseudo-membrane jaunâtre peu prononcée, les conduits respiratoires restent libres et pourtant les malades meurent avec les symptômes d'une fièvre septique foudroyante. On observait en même temps des pseudo-membranes très étendues avec mortification profonde de la muqueuse; le processus s'étendait de la muqueuse rétro-pharyngienne à l'œsophage et même à l'estomac; la muqueuse était tuméfiée, injectée et couverte d'une pseudo-membrane jaunâtre remplissant parfois l'estomac contracté. La diphthérie s'est quelquefois terminée par gangrène.

A l'autopsie, on trouve rarement des bactéries dans les parties profondes encore vivantes du tissu conjonctif de la muqueuse, ni dans les organes. Mais la surface mortifiée des muqueuses et les pseudo-membranes sont remplies de microbes.

J'ai dessiné sur la planche IV, figure 3, une pseudo-membrane diphthéritique contenant des bactéries. On y voit auprès des grands noyaux (*n*), des débris de noyaux, dans une masse fibrineuse, des microbes (*z* et *z'*) en zooglée formés par des grains très petits ou plus grands; les petits, avec beaucoup de substance intermédiaire, correspondent aux microbes décrits dans la diphthtérie par M. Klebs.

D'autres microbes isolés (*m*) couvrent les pseudo-membranes. Les bactéries sont ordinairement limitées aux lésions diphthé-

ritiques proprement dites, rarement les microbes pénètrent par places le long des vaisseaux jusqu'au cartillage.

Je n'ai pas eu l'occasion d'observer les espèces de la diphthérie décrites par M. Klebs, ni la forme dans laquelle les malades meurent avec des symptômes cérébraux, ni la forme observée à Zurich, liée à la présence de bacilles très fins suivie d'une infection généralisée, caractérisée surtout par une entérite avec tuméfaction des plaques de Peyer et des ganglions mésentériques. Mais j'ai observé d'autres faits de mortification diphthéritique avec des symptômes singuliers. Il s'était déclaré parmi les écoliers, dans le département de Bacska, une maladie très virulente qui ressemblait beaucoup à la diphthérie ordinaire. Elle commençait par une tuméfaction des amygdales, avec une hyperémie du pharynx; en même temps, les malades avaient quelquefois un peu de fièvre; quelques jours après, il se développait une pseudo-membrane jaune, grenue, adhérente, pénètrant dans les follicules des amygdales et dans les couches superficielles de la muqueuse, et enfin on avait affaire à des ulcérations ou à une mortification de la muqueuse à la place des pseudo-membranes. Dans le cours de cette maladie, qui durait plusieurs semaines, les malades n'avaient qu' rarement de la fièvre. En examinant les pseudo-membranes sur des préparations desséchées et colorées par la fuchsine, j'y trouvai constamment des masses énormes d'un bacille d'une longueur de 3 μ environ et d'une épaisseur de 0,6 à 0,7 μ aminci à ses extrémités. Ses parties terminales sont plus fortement colorées que les parties intermédiaires. Les mêmes bactéries forment la masse jaunâtre qui couvre les ulcérations consécutives à cette maladie. Les bacilles se trouvent en plus grand nombre dans l'acmé de la maladie, tandis que, au commencement et à la fin, ils sont rares. Les masses pseudo-membraneuses ressemblent d'ailleurs tout à fait aux pseudo-membranes de la diphthérie ordinaire. Dans un autre cas, un enfant était affecté d'une inflammation aiguë du pharynx, avec tuméfaction des amygdales; les amygdales se couvrirent le second jour d'une pseudo-membrane opaque, lisse, sèche et très adhérente. Il existait en même temps une fièvre simple, sans caractère infectieux; quelques jours après, la pseudo-membrane s'élimina avec une mortification superficielle de la muqueuse. Il

est douteux que ces cas appartiennent cliniquement à la diphthérie. Si l'on ne veut pas admettre ce nom pour ces affections, il faudrait séparer de la diphthérie ces angines avec pseudo-membrane et mortification locale liées à la présence des microbes.

A cette forme appartient une mortification superficielle de la muqueuse linguale, qu'on trouve quelquefois au niveau des dents ou des gencives malades. On y trouve des ulcérations mal limitées, couvertes par une pseudo-membrane brune, jaunâtre, sèche, adhérente. En desséchant sur une lamelle et colorant à la fuchsine une partie profonde de cette pseudo-membrane, on voit, dans une substance grenue avec des noyaux pâles (fig. 5, *n*, pl. IV) ou colorés, un assez grand nombre de bactéries allongées, courtes, d'une longueur de 1 à 2 μ et d'une épaisseur de 0,5 à 0,6 μ de diamètre. Dans le même cas, il existait une pneumonie lobulaire, avec des alvéoles remplis de cellules endothéliales (*c*) d'une masse grenue et de globules sanguins. Dans la masse grenue et dans le protoplasme des cellules, il existait beaucoup de bactéries rondes, d'un diamètre de 1 μ environ, formant en partie des diplococci, de petits chapelets ou des petits amas. Dans les autres organes, j'ai cherché en vain des microbes.

Dans la même épidémie, il se développait quelquefois de la diphthérie après la scarlatine ou la rougeole. Ce fut surtout dans ces complications que je trouvai beaucoup de bactéries dans les pseudo-membranes des muqueuses et dans les organes. La coupe de la muqueuse du larynx, dessinée dans la planche IV, figure 1, se rapporte à un fait de diphthérie consécutive à la rougeole. On y voit en *g*, une glande muqueuse contenant un épithelium gonflé, en partie grenu ou hyalin et des masses hyalines dans son intérieur (*h*). La glande est entourée d'un réseau rigide, brillant (*r*). La surface de la muqueuse présente une substance grenue dans laquelle on trouve des masses arrondies, hyalines. On trouve aussi dans cette couche des réseaux rigides, très brillants, jaunâtres (*t*, *f*). Cette couche superficielle représente la pseudo-membrane diphthéritique mal limitée qui s'est substituée à la partie superficielle de la muqueuse. Le tissu plus profond est formé par des fibres parallèles à la surface, contenant des vaisseaux sanguins dilatés, remplis de masses zoogléi-

ques formée de microbes ronds de 0,3 à 0,4 μ de diamètre (*z*, *z'*).

Dans d'autres observations de diphthérie, après la rougeole ou la scarlatine, la disposition des bactéries était différente. Ainsi, dans la figure 2 de la planche IV, la couche pseudo-membraneuse est presque homogène. On voit à sa surface des bactéries rondes disséminées ou réunies en petits amas serrés (*m*, *m'*). Plus profondément, la pseudo-membrane est formée par des masses arrondies homogènes (*t*, *n*), entre lesquelles on peut distinguer un réseau grenu ou formé par de fins canalicules. On trouve aussi, dans ce fait, dans la masse diphthéritique assez épaisse, des tubes sécrétoires des glandes. A la limite inférieure mal précisée de la pseudo-membane, on observe des vaisseaux sanguins remplis d'une masse hyaline (*v*). Dans la couche située au-dessous, on peut distinguer des fibres du tissu conjonctif épaissies, homogènes, formant la continuation des masses homogènes de la pseudo-membrane. Entre ces fibres, il existe parfois des cellules migratrices; par places, ce tissu est remplacé par une masse grenue, remplie d'une quantité de microbes serrés ou disséminés. On y peut distinguer des vaisseaux plus grands (*v'*), remplis et entourés d'une masse grenue réticulée. Au même niveau, on rencontre encore des portions de glandes remplies de cellules devenues hyalines, jaunâtres et entourées par des cellules plasmatiques, gonflées, hyalines, grenues ou graisseuses. Encore plus profondément, on distingue des vaisseaux sanguins ou lymphatiques, vides ou dilatés; puis vient une couche de tissu fibreux et, enfin, une couche bien limitée du côté de la profondeur, formée par une grande quantité de microbes disséminés ou en amas, bien colorés, surtout à la limite du tissu profond, homogènes, avec des extrémités arrondies (*b*).

Sur la même planche j'ai dessiné des microbes que j'ai observés dans *la dysenterie*. On y trouve différentes variétés de bactéries, surtout à la surface, tandis que dans la profondeur on rencontre souvent une seule espèce des micrococci ronds souvent disposés en chapelets. La figure 6 représente la partie profonde d'une pseudo-membrane de la dyssenterie aiguë. On y voit, dans une grande cellule grenue, de grands microbes elliptiques (de 0,8 à 1 μ de diam.) et des bacilles pâles et fins. Les mêmes bacilles sont très fréquents dans le liquide albumi-

neux qui infiltre la pseudo-membrane. Il y a aussi des chapelets formés par de grands diplococci, des spirilles et des bâtonnets plus grands et plus foncés que la plupart des autres bacilles. Dans le tissu sous-muqueux et dans des ilots d'une pneumonie catarrhale développée chez le même individu et qui avait causé la mort, les alvéoles contiennent des cellules endothéliales gonflées, des globules rouges de sang, des cellules à cils vibratils provenant des bronches, une masse grenue incolore et un assez grand nombre de diplococci en chapelets formés de microbes d'un diamètre de 0.5 µ de diamètre environ. (F. 7.)

On peut donc dire que, dans la dyssenterie, on trouve aussi parfois des bactéries dans le tissu profond de l'intestin; mais souvent on les cherche en vain. Dans un grand nombre de faits on trouve, dans les parties superficielles mortifiées, différentes espèces de bacilles semblables à ceux que j'ai dessinés; à la limite de ce tissu il s'est formé une inflammation avec beaucoup de cellules migratrices entre lesquelles il y a des microbes ronds qui ressemblent à ceux qu'on trouve souvent à la limite d'une partie nécrosée.

Parfois aussi le tissu mortifié, épais, renferme dans ses couches profondes des bactéries rondes en zooglée et, entre ce tissu et le tissu embryonnaire de la profondeur, il s'est formé une couche tout à fait hyaline dont l'épaisseur atteint quatre ou cinq millimètres. Ces lésions correspondent macroscopiquement à un épaississement considérable inégal de la muqueuse affectée, couverte de masses irrégulières, mortifiées, jaunâtres, sèches et fragiles.

Charbon. — Tandis que le charbon des animaux et le charbon expérimental sont bien étudiés au point de vue de l'étiologie, le charbon de l'homme et surtout le charbon intestinal ne sont pas encore complètement élucidés. Une question très importante se pose tout d'abord; pourquoi ne trouve-t-on pas toujours des bacilles à l'autopsie d'un homme mort du charbon? Or il arrive souvent qu'on n'en trouve pas. Un autre point qui n'est pas encore bien étudié, c'est l'histologie pathologique du charbon intestinal et la question de savoir si toutes les mycoses intestinales appartiennent au charbon. Je donnerai ici quelques-unes de mes observations sur ces dernières questions.

M. Davaine constatait, en 1850, la présence, dans le sang des moutons morts du charbon, de petits corps filiformes. M. Pollender qui, en 1855, donnait le premier une description complète des bactéries du charbon, ne connaissait pas leur importance dans cette maladie; Brauell qui les constatait le premier dans le sang de l'homme atteint du charbon et qui faisait les premières inoculations des produits charbonneux sur des animaux niait leur importance possible, parce qu'il ne pouvait pas montrer les mêmes bâtonnets dans tous les cas de charbon dans le sang de l'animal. Aussi ce fut, comme on sait, Davaine qui élucida l'histoire naturelle des bactéridies du charbon et qui démontra leur rôle essentiel dans le charbon. Mais Davaine ne connaissait pas encore les spores des bacilles.

Cohn a trouvé tout le cycle du développement du bacille de l'infusion du foin, et immédiatement après Koch, alors médecin praticien de la petite ville de Wollstein, décrivit le développement du bacille du charbon qui ressemble beaucoup à celui du bacille du foin. Mais il existe des différences importantes entre les deux bacilles. Le bacille du charbon est un peu plus gros que celui du foin (10 à 15 μ de longueur et 8 à 9 d'épaisseur); il a les extrémités coupées et un peu plus larges que la partie médiane du corps, tandis que celui du foin a les extrémités un peu arrondies. Le bacille du foin est mobile et possède très vraisemblablement un flagellum aux extrémités, tandis que le bacille du charbon est immobile et montre seulement avant sa séparation un mouvement à peine visible.

Récemment on a décrit, en outre de cette forme épaisse des bacilles du charbon, une autre variété plus mince (0,6 à 7 μ d'épaisseur). Le bacille du charbon atténué par M. Pasteur est aussi plus mince que le bacille ordinaire. Le bacille en voie de mortification devient plus épais et dans son milieu j'ai pu distinguer une ligne parallèle à son axe et parfois une capsule brillante autour de lui. Parfois le bacille en destruction se divise en petits fragments qui ont été décrits comme des spores par Bollinger et vraisemblablement aussi par Naegeli. Par une forte coloration et par une décoloration intense on voit des détails qui ne sont pas encore décrits. Ainsi j'ai trouvé que les bacilles sont plus fortement colorés aux extrémités que dans leur milieu. Si les bacilles forment des filaments, la partie moyenne du fila-

ment est constituée par des bacilles pâles et plus épais que ceux des extrémités; ces bacilles pâles montrent souvent des vacuoles dans leur intérieur. Vingt-quatre heures après la mort, presque tous les bacilles sont devenus plus larges, avec des bords mal limités, peu colorés et à peine visibles, tandis que les bacilles de la putréfaction qui se développent très vite après la mort sont fortement colorés et couvrent les bacilles pâles de charbon.

La meilleure méthode pour voir les bacilles dans le sang est celle de M. Koch. On dessèche le liquide contenant les bacilles sur une lamelle mince, et on le colore par de la fuchsine, du violet de méthyl ou par le brun de Bismarck. Les préparations traitées avec le violet ou le rouge se conservent bien dans le baume, tandis que celles qui ont été colorées en brun peuvent être enfermés avantageusement dans la glycérine.

La coloration avec la quinoléine donne aussi des préparations instructives, dans lesquelles les spores sont colorées en bleu foncé et les bacilles en bleu pâle.

Si on fait des inoculations avec les produits frais du charbon aux cobayes, souris, lapins, moutons ou même aux jeunes chiens, l'animal meurt quelques jours après l'inoculation et on y trouve dans les petits vaisseaux du corps une masse énorme de bacilles. La mort se produit par la substitution des bacilles au sang dans certains organes.

Par les différents procédés, par l'échauffement à 45 ou 50° ou par la filtration, on peut atténuer l'action du virus pour la vaccination. Si on expose les bacilles vivants en contact avec de l'air ou de l'oxygène à une température de 16 à 45°, les bâtonnets se développent sous les yeux de l'examinateur, s'allongent, deviennent de longs filaments.

Dans ces filaments il se développe, à des distances régulières, des spores un peu allongées qui ne dépassent pas l'épaisseur du filament. Ces spores deviennent brillantes, avec une couche périphérique d'une espèce de graisse. Cependant les parties des filaments situées entre les spores disparaissent et les spores deviennent libres. Elles résistent à l'influence du froid et d'une température qui surpasse 100°, au dessèchement, et si — même après des années — ces spores viennent dans un liquide en contact avec assez d'oxygène à la température de 16-45°, dans le sang vivant par exemple, elles s'allongent,

deviennent des bacilles et se multiplient par une division transversale.

Ce mode de développement explique pourquoi des moutons peuvent devenir charbonneux alors que dans le même pacage il n'y avait pas eu d'accidents pendant plusieurs années. On suppose alors que longtemps auparavant, des animaux charbonneux avaient été enterrés trop superficiellement et qu'il s'était développé des spores. Mais je suis persuadé qu'il existe parfois dans le corps vivant des conditions qui favorisent le développement des spores, ce que MM. Koch, Colin, etc., n'admettent pas.

Il y a déjà longtemps que MM. Wahl, Münch, Buhl et Waldeyer ont décrit une maladie infectieuse foudroyante qui se termine toujours par la mort; on trouve dans l'intestin et dans l'estomac des ulcérations dont la couche superficielle est composée presque totalement de microbes et de filaments. Déjà Wagner, sans réfléchir sur la signification de ces microbes, avait prononcé que ces « mycoses intestinales » sont une espèce de charbon. Après les recherches de M. Koch, je crois qu'on peut regarder les grains ronds comme représentant, pour leur plus part, les spores des bacilles. M. Feltz prétend avoir trouvé dans le sang vivant des filaments qui, par l'inoculation, ont produit le charbon.

D'après ces observations il semble probable que l'organisme vivant peut renfermer des filaments et même des spores, et que par cette raison, la destruction du virus charbonneux n'est pas aussi facile que l'on suppose. D'après Buchner on peut, par une série de cultures, acclimater les bacilles du foin aux conditions qui existent dans le sang des mammifères, de telle sorte qu'ils deviennent aussi dangereux pour l'animal que ceux du charbon. M. Buchner est aussi le premier qui ait décrit une sorte d'atténuation du virus charbonneux par la culture fractionnée des bacilles du charbon en les habituant aux liquides contenant peu d'albumine, conditions dans lesquelles se trouvent placés les bacilles du foin. Les mêmes résultats ont été obtenus par M. Köhler. J'ai fait quelques expériences pour étudier la forme et l'action des bacilles du foin.

Les spores de ce bacille se trouvent dans le foin, tandis que

sous la forme de bacilles ils engendrent la fermentation du lierre.

Si l'on chauffe l'infusion du foin pendant quelques minutes à 100°, toutes les bactéries, excepté les spores du bacille du foin, sont détruites et ces dernières forment, après 24 heures, à la surface, une couche opalescente qui est composée par des bacilles. Après cela, ces bacilles s'allongent, deviennent des filaments dans lesquels se développent des spores formant un sédiment qui, dans un autre liquide, produit aussitôt des bacilles. J'ai inoculé les spores et les bacilles dans le sac lympathique des grenouilles, sans que les grenouilles soient devenues malades.

On peut produire les différentes espèces des bacilles du foin. Ainsi, lorsqu'après la première fermentation on conserve le liquide quelques jours, il se produit une seconde fermentation, dans laquelle on trouve un bacille beaucoup plus mince (0,3 à 0,4 μ); quand on chauffe l'infusion du foin jusqu'à 120°, quelquefois il se développe pendant plusieurs jours un sédiment brun au fond, qui est composé par un bacille beaucoup plus gros et plus court que le bacille du foin ordinaire, avec des extrémités arrondies ayant un mouvement lent (pl. II, fig. 8).

Tous ces bacilles forment souvent des chaînettes et il me semble que, pendant la division des individus, il se forme, entre eux, des filaments qui, la division accomplie, deviennent des flagellums oscillants. La division du bacille du charbon marche plus vite et ressemble à une fracture, si bien qu'il n'y a pas de filaments terminaux. On peut croire que c'est pour cela que les les bacilles du charbon ne sont pas mobiles.

En considérant, après ces recherches, la valeur des différences morphologiques tracées surtout par M. Koch, entre les bacilles du charbon et du foin, nous croyons pouvoir admettre des intermédiaires; nous pouvons dire qu'il y a différentes espèces de bacilles du foin qui ressemblent plus ou moins à celui du charbon; si le mouvement de certains de ces bacilles est très lent, si la formation du flagellum dépend seulement du mode de séparation des bacilles, on peut admettre la possibilité de la transformation des bacilles du foin en bacilles analogues à ceux du charbon.

Depuis, les recherches de M. Buchner, celles de Toussaint et

surtout celles de M. Pasteur ont prouvé qu'on peut, en effet, atténuer l'action du bacille du charbon par des cultures, par la chaleur, par l'inoculation, par son passage dans des animaux peu disposés à gagner le charbon, etc. Le virus atténué contient des bacilles beaucoup plus minces dans lesquels les caractères décrits par M. Koch sont beaucoup moins prononcés que pour le charbon ordinaire. Les bacilles et les filaments du charbon atténué ressemblent beaucoup à ceux qu'on trouve en grand nombre dans certains cas de charbon intestinal.

Parmi les cas de cette maladie que j'ai observés, je publierai ici le résumé de quelques-unes qui se distinguent par leur importance au point de vue du diagnostic.

Michel Kuck, âgé de 36 ans, porteur de cuirs, est devenu malade subitement en se sentant très las; les extrémités étaient lourdes et douloureuses, avec des douleurs du côté gauche. L'abdomen est tendu, douloureux, les selles sont profuses, sanguinolentes. Température 40°, pouls fort, à 100 pulsations. Entré dans l'hôpital de Saint-Roch, dans le service de M. Kétli, il présenta des accès de fièvre avec frisson initial. Il souffre de douleurs à la tête et à l'estomac. Les pupilles sont dilatées, la nuque est rigide. Après une dose d'un gramme de sulfate de quinine, la température tombe le second jour à 36°, le pouls est très rapide et mou. On constate une pleurésie à gauche. Le soir, la connaissance est troublée, le malade délire, et enfin il tombe dans un spasme tonique. La température s'élève à 41°; pulsations très fréquentes; la respiration est très difficile; la nuit suivante, il devient cyanotique, tombe dans le collapsus et meurt le matin. L'autopsie, faite dix heures après la mort, montre une hémorrhagie récente d'une épaisseur de 1/2^{mm} dans les méninges. La cavité pleurale contient 3 litres d'un liquide trouble rougeâtre, la partie inférieure du poumon est un peu affaissée et couverte d'une pseudo-membrane fibrinopurulente d'une couleur jaune rougeâtre sale. Dans le cœur, à paroi pâle, brunâtre, lâche, il y a du sang liquide, un peu transparent, d'un rouge foncé comme une laque rouge. Le péritoine montre par places des hémorrhagies récentes d'un diamètre de 1/2 cent., d'un rouge sale, brunâtre. Dans la cavité péritonéale, il y a 3 litres d'un liquide sanguinolent trouble. La

rate est tuméfiée (15 cent. de long, 9 cent. d'épaisseur), molle et hyperémique. Dans la partie supérieure du jejunum, la muqueuse est tuméfiée, œdémateuse, souvent ecchimosée ou montrant des hémorrhagies étendues. Il y a aussi des plaques élevées, surtout le long des plis de la membrane muqueuse, d'une longueur de 1/3 cent., à base œdémateuse et hémorrhagique, couvertes d'une fine couche jaune réticulée, ou bien des plaques plus larges sanguinolentes, à la surface exulcérée, à base et à bords jaunes, brunâtres, secs, mortifiés, qui se continuent sans limite visible avec le tissu œdémateux et hémorrhagique voisin. Les ganglions mésentériques sont agrandis, injectés par le sang, grenus, d'un rouge foncé, ou bien rigides et d'un pâle brunâtre. Les reins sont agrandis, d'un brun pâle, lâches, succulents.

Le siège des bacilles, dans ce cas, était dans le sang, dans quelques ecchymoses, dans les ganglions lympathiques tuméfiés et surtout dans les petites plaques de l'estomac. Je les ai dessinées dans la fig. 1 de la pl. III. L'inoculation des liquides contenant des bacilles dans le tissu sous-cutané de la souris et du cobaye, a produit un charbon expérimental avec des masses énormes de bacilles dans le sang et dans les vaisseaux, surtout du foie et de la rate.

Ce fait nous présente à peu près le type du charbon intestinal, maladie d'ailleurs très variée, ce que nous allons voir dans les cas suivants :

Dans l'année 1880, le 2 août, mourut, dans le même hôpital, le nommé *Jean Paolovico*, âgé de 35 années, employé aux grandes étables à cochons de Kobanya. Il avait présenté les symptômes d'une méningite foudroyante; en même temps les frissons, les symptômes abdominaux et les selles sanguinolentes, faisaient supposer une fièvre typhoïde, seulement la température très basse, à 36°, parlait contre cette supposition. Le malade est mort trois jours après la première manifestation de la maladie. Le cadavre a de l'embonpoint, il montre des taches cadavériques étendues, rouges; les muscles des extrémités sont encore rigides; la musculature est forte. Les méninges sont très injectées, avec quelques ecchymoses autour des vaisseaux; le cerveau est très hypérémique, mou. Les poumons sont très hypérémiques, la partie postéro-inférieure est splénisée, rouge et ne contient

plus d'air. La plèvre est couverte d'une pseudo-membrane réticulée d'un jaune brunâtre. Le muscle du cœur est pâle, jaunâtre, fragile. La rate est un peu augmentée de volume. La muqueuse de l'estomac est grise, mamelonée, injectée. Les intestins sont tuméfiés, leur péritoine est brillant, jaunâtre, avec des taches violacées, un peu élevées par places. Dans le commencement du jejunum, la membrane muqueuse est gonflée, très injectée, œdémateuse, parsemée d'hémorrhagies atteignant 1 à 2 millimètres de diamètre. Par places, il y a des tuméfactions peu élevées, circonscrites, de 1/2 millimètre de diamètre, hémorrhagiques, couvertes d'une couche jaune, brunâtre, réticulée, très adhérente. Parfois, au milieu de ces élevures, on voit des pertes de substances comme érodées à leur base et aux bords, sèches, fragiles, quelquefois pulpeuses, d'un brun jaunâtre.

Les ganglions mésentériques voisins sont gros, mous et parsemés d'hémorrhagies. Les reins sont volumineux, d'un jaune grisâtre à la surface, injectés, succulents, mous et parsemés de petits îlots jaunâtres; parfois, au centre, ils sont ramollis, entourés d'une zone injectée. Dans le sang, les globules rouges sont diminués, très pâles, les globules blancs sont multipliés. Auprès d'eux, on trouve de grandes masses de grains incolores, des mycrocytes et une grande quantité de longs filaments bacillaires semblables à ceux du charbon. Des filaments identiques se trouvent dans l'urine et dans les ulcères de l'intestin suivant la disposition dessinée dans la fig. 1, pl. I.

Un troisième cas, intéressant au point de vue de la médecine légale, est le suivant :

Jean Gribeck, âgé de 30 ans, ouvrier, se sentit malade un jour après le dîner et mourut dans la nuit suivante. Il avait éprouvé des douleurs stomacales, des vomissements, de la dyspnée, si bien qu'on soupçonna un empoisonnement et que l'autopsie légale fut ordonnée. Le corps est couvert de sugillations étendues, foncées. Les pupilles sont rétrécies. Les méninges sont très hypérémiques. La muqueuse du larynx et les poumons sont congestionnés. Le muscle du cœur est jaunâtre, friable, le sang est liquide, transparent. La rate mesure 16 centimètres de long; son épaisseur est de 7 centimètres. La pulpe est d'un rouge foncé, très molle. La muqueuse de l'esto-

mac et des intestins est œdémateuse, tuméfiée, molle, injectée. La partie pylorique de l'estomac est parsemée d'ecchymoses d'un rouge foncé, brunâtres, bien limitées, un peu proéminentes, couvertes d'une couche très fine, jaunâtre; les plus petites ecchymoses, d'un diamètre d'un millimètre, sont infiltrées d'un liquide sanguin rouge brunâtre; au milieu des plus grandes plaques atteignant le diamètre d'une lentille, on voit une petite dépression à base jaunâtre. Il existe aussi entre ces plaques beaucoup de petits points comme des pellicules jaunâtres à peine visibles à l'œil nu, plus évidentes après le durcissement de l'estomac dans la liqueur de Müller. Dans le tissu sous-muqueux du jéjunum, il existe des hémorrhagies récentes. La surface de la muqueuse du duodenum, surtout les plis œdémateux et très hypérémiques, sont couverts par places d'une couche jaunâtre, grenue, adhérente, semblable à une membrane diphthéritique. Il y avait des bacilles caractéristiques du charbon dans le sang. La lésion de l'estomac est très étendue, mais je crois que jusqu'ici on n'a pas remarqué cette forme du charbon gastrique dans laquelle la lésion de l'estomac est presque diffuse et si peu prononcée. Les figures 1 et 10 de la planche II se rapportent à ce cas. Deux lapins inoculés avec du liquide provenant de la sous-muqueuse de l'estomac, sont morts deux jours après et le sang, les vaisseaux du foie et de la rate étaient totalement remplis de bacilles caractéristiques.

Le fait suivant ressemble à ce dernier. *Jean Sluka*, âgé de 37 ans, ouvrier en cuirs, tombait subitement et mourait 40 heures après avec les symptômes d'une apoplexie. L'autopsie légale montrait une rigidité des muscles, des taches cadavériques rosées, étendues, les pupilles étroites, la conjonctive congestionnée. Dans la partie postérieure de la peau du crâne, on observe quelques taches hémorrhagiques récentes. A la convexité du cerveau, entre les lamelles des méninges, il existe une couche épaisse atteignant 2 millimètres et formée par du sang récemment épanché. On voit aussi à la base du cerveau des hémorrhagies récentes, d'un rouge foncé, surtout le long des vaisseaux. Le cerveau est anémique.

Entre les muscles du cou, on trouve un œdème sanguinolent diffus. Les poumons sont gonflés, hyperémiques; sous la plèvre viscérale et dans les médiastins, il y a des petites taches hé-

morrhagiques. Le sang contenu dans le cœur est liquide, foncé, un peu transparent. La rate est d'une longueur de 20 millimètres; la pulpe est très molle. La muqueuse de l'estomac est brillante, œdémateuse, avec plusieurs taches hémorrhagiques un peu élevées, d'un rouge brunâtre, couvertes d'un couche mince, brune, sèche, adhérente. Le tissu profond et la muqueuse autour de ces taches sont œdemateux et hémorrhagiques. La muqueuse du jejunum est grise, rougeâtre, épaisse, couverte d'un mucus rougeâtre. Dans sa partie supérieure, au-dessus d'un pli gonflé, presque gélatineux et hémorrhagique, d'une longueur de 15 millim. et d'une largeur de 6 millim., la muqueuse est transformée en une couche grise, jaunâtre, réticulée, mortifiée et, dans le centre de cette partie de la muqueuse, il existe une perte de substance de 5 millim. de diamètre, superficielle, couverte d'une couche semblable à bords irréguliers. Les ganglions mésentériques du voisinage de cette ulcération sont gonflés, mous, hyperémiques.

Il y avait des bacilles du charbon dans le sang et dans la muqueuse de l'estomac, mais je les cherchai en vain dans l'ulcère du jejunum. Comme dans ces deux cas, comme dans certains faits de mort subite avec des hémorrhagies et des mortifications partielles de la muqueuse de l'estomac et de l'intestin, il faut penser à une mycose intestinale, et l'examen microscopique du sang, l'inoculation faite au lapin permettront d'asseoir le diagnostic.

Une observation tout à fait singulière de mycose intestinale est la suivante :

Fanny Protopetz, femme publique, âgée de dix-neuf ans, entrait, le 8 juillet 1880, dans le service de M. Barbas, hôpital Saint-Roch, et y mourait sept jours après avec les symptômes d'une fièvre très élevée, des selles profuses, hémorrhagiques et des symptômes cérébraux.

A l'autopsie, il y avait beaucoup de taches cadavériques. La musculature du corps est rigide. Les méninges sont très hyperémiques, les poumons sont tuméfiés, hyperémiques, avec des îlots de splénisation dans les parties inférieures. Le muscle cardiaque est lâche, jaunâtre, friable; il contient du sang en grande partie liquide, transparent. Le foie est grand, jaunâtre, mou. La rate est longue, de 17 cent., molle, hyperémique. La mu-

queuse de l'estomac est tuméfiée, injectée; toute la paroi de l'intestin grêle est épaissie, œdémateuse, la muqueuse est fortement injectée; la muqueuse de l'ileum présente plusieurs taches hémorrhagiques et quelques saillies rondes, mal limitées, de 1 millim. de diamètre jusqu'à 15 millim., brunes, rougeâtres, œdémateuses, qui correspondent aux plis de l'intestin. Elle est couverte d'une couche mince, jaunâtre, mortifiée. Dans le milieu de quelques-unes de ces saillies, on trouve de petites pertes de substance, aux bords et à la base, jaunes, sèches ou pulpeuses, mortifiées. On rencontre aussi les mêmes lésions, immédiatement au voisinage de la valvule du cœcum. Le péritoine correspondant à ces gonflements est œdémateux, injecté. L'ovaire droit est gonflé, œdémateux; on y trouve un corps jaune de menstruation et un abcès de la grandeur d'une noix contenant du pus liquide, jaune blanchâtre; la paroi de l'abcès est pulpeuse. L'ovaire gauche est d'une longueur de 55 millim., d'une épaisseur de 21 millim., sa surface congestionnée est couverte d'une fine pseudo-membrane fibrino-purulente. La substance de l'ovaire est presque gélatineuse, hyperémiée, et contient plusieurs abcès sinueux confluents. Les trompes sont dilatées, remplies d'un pus liquide. L'utérus est petit; sa membrane muqueuse est rouge, couverte d'une couche muco-hémorrhagique. Dans le fond du vagin, siègent trois ulcères qui atteignent un diamètre de 4 cent.; leur base est élevée jusque dans la profondeur et leur tissu forme une masse pulpeuse, gangréneuse, brun, ou noir sale. Les bords élevés, hémorrhagiques des ulcères se continuent sans limite prononcée avec la muqueuse gonflée, hémorrhagique, œdemateuse. Le tissu qui forme la base des ulcères est œdémateux et hémorrhagique.

Un ulcère analogue, à base proéminente et gangréneuse, mais avec une perte de substance sinueuse pénétrant dans la profondeur du tissu graisseux, siège à la surface inférieure de la grande lèvre droite. Les petites lèvres sont gonflées, hyperémiques, œdméateuses et rigides.

Dans le sang, 12 heures après la mort, on trouve des bacilles qui ressemblent beaucoup à ceux du charbon. La partie superficielle des ulcères du vagin est remplie de bacteries allongées et rondes. Dans le liquide de l'œdème des ovaires, on trouve des bacilles très fins d'un diamètre de 0 μ,3 de diamètre. Dans

la paroi des abcès il y a de petits microbes en zooglée. L'injection de ce liquide purulent sous la peau du lapin détermine un abcès sous-cutané contenant diverses espèces de bacteries. Dans la paroi de l'abcès, surtout dans les vaisseaux, il existe des microbes d'un diamètre de 0,5 μ formant des zooglées.

Ce dernier cas est intéressant à différents points de vue. Premièrement, je ne crois pas qu'une semblable ulcération du vagin ait été décrite. La forme de cette ulcération ressemble beaucoup à celle du charbon, mais il n'y avait pas de bacilles et la maladie durant 7 jours, ne correspond pas à la marche rapide du charbon. D'autre part, il s'était développé une infection générale et localisée sous forme d'hémorragies et d'ulcères dans l'intestin grêle, qui ressemblent à ceux du charbon intestinal. Pour ce qui concerne la pénétration des agents infectieux, il est probable qu'il existait une perte de subtance dans la grande lèvre qui était la porte de l'infection. Dans d'autres cas de mycose intestinale dont les symptômes étaient tout à fait caractéristiques, on trouvait quelquefois des bacilles charboneux, tandis que des lapins ou cobayes inoculés par ces produits mouraient avec les symptômes du charbon, les vaisseaux de tous les organes étant remplis par les bacilles caractéristiques.

On ne trouve pas souvent les bacilles dans les ulcères de la peau et de l'intestin, tandis qu'ils sont ordinairement très nombreux dans l'estomac. On y rencontre de grandes masses de filaments qui représentent évidemment le développement des bâtonnets du charbon.

Voici ce qu'on observe, au point de vue de la topographie des lésions dans le charbon gastro-intestinal.

La figure 4 de la planche II montre le sang d'un individu immédiatement avant la mort. On y voit les bâtonnets caractéristiques entre les globules rouges parfois groupés deux par deux.

La planche II, figure 7, montre une culture des bacilles pris dans le sang du même malade. En les chauffant sous le microscope, ils se développent, au bout d'une demi-heure, sous forme de filaments (fig. 5). La figure 6 les montre devenus des spores avec des capsules brillantes. La voie par laquelle les bacilles viennent dans le tissu de l'estomac est variable. Les petits

vaisseaux de la muqueuse sont les lieux de prédilection dans le charbon expérimental, ce qui est prouvé par la figure 2, qui montre la muqueuse de l'estomac d'un lapin inoculé avec le sang d'un cas de charbon intestinal. La partie superficielle de la muqueuse est devenue pâle, uniforme; dans les vaisseaux dilatés de la surface il existe un grand nombre de bacilles situés parallèlement à l'axe des vaisseaux. Dans la profondeur, on voit les glandes tubuleuses avec des cellules délomorphes et adélomorphes peu altérées. Les vaisseaux, entre les tubes glandulaires, contiennent aussi de nombreux bacilles.

La figure 10, planche II, montre le mode de pénétration du bacille du charbon dans les glandes de l'estomac, dans un cas de charbon foudroyant observé chez l'homme avec des taches hémorrhagiques de l'estomac.

La surface de l'estomac, à l'endroit des taches hémorrhagiques, est dépouillée de l'épithélium et couverte d'une substance grenue et des bacilles caractéristiques du charbon. Le tissu superficiel est pâle, jaunâtre. Les glandes tubuleuses sont dilatées (*ge*), surtout dans leur fond, et on y voit de longs filaments composés de bacilles du charbon qui pénètrent de la surface en paquets composés de filaments courbés dans la profondeur (*b*).

En *b'*, ces bacilles se sont agglomérés dans le fond d'une glande. Parfois on voit des bacilles dans le tissu conjonctif superficiel et dans des vaisseaux, comme en *b''*. Le tissu situé entre les glandes est épaissi, pâli et contient une masse de cellules homogènes devenues plus grandes que les cellules migratrices. Cette infiltration cellulaire est très prononcée au niveau et au-dessous du fond des glandes. On y voit des cellules encore pâles, des espaces lymphatiques et des vaisseaux sanguins dilatés. Au-dessous, on observe un tissu embryonnaire à petites cellules migratrices.

La figure 1 de la même planche présente un état pathologique plus avancé de la muqueuse du même estomac. On distingue à l'œil nu une petite perte de substance à fond hémorrhagique et œdémateux couvert d'une fine couche réticulée jaune brunâtre.

Sous l'influence de l'air qui favorise le développement des bâtonnets, on peut suivre plus profondément les bâtonnets, surtout dans le tissu inter-glandulaire. On y distingue en-

core les glandes revêtues d'épithélium ou vides (*v*), contenant parfois des bacilles. Les bacilles y sont devenus souvent de longs filaments. Entre eux, on trouve souvent les petites masses hyalines que j'ai décrites. Tout l'îlot conique formé par les bacilles et par le tissu pâli de l'estomac, est bien limité. A sa limite, il s'est formé une inflamation (*e*) avec une accumulation remarquable de cellules embryonnaires. Plus tard, les bacilles pénètrent peu à peu dans ce tissu, le centre de la plaque se ramollit, mais autour d'ulcères formés, il y a toujours une inflammation limitante, des hémorrhagies et un œdème inflammatoire.

Il faut néanmoins remarquer qu'il existe des mycoses intestinales qui ne sont pas causées par le bacille de charbon. Klebs a décrit un autre bacille (*bacillus brevisgastricus*) qui est la cause d'ulcères de l'estomac et qui probablement engendre quelquefois une maladie du foie qui appartient à l'atrophie jaune de cet organe. C'est surtout dans les voies biliaires périphériques et autour des vaisseaux que MM. Klebs et Hlava ont trouvé des bactéries; on observe, dans les voies biliaires, de grands microbes ronds souvent en zooglées, tandis que dans les vaisseaux et autour d'eux il existe des bacilles plus courts que le diamètre d'un globule rouge, avec des spores terminaux.

Dans un cas d'infection générale foudroyante, il y avait des ulcérations de l'intestin grêle évidemment liées à la présence des microbes. La portion superficielle des glandes et le tissu voisin étaient détruits. Des érosions (*e*) résultaient de la destruction de la surface de la couche glandulaire. Là, le tissu conjonctif inter-glandulaire était le siège principal des bacilles *g*.

On voyait aussi, dans l'ancienne lumière des glandes, des bacilles devenus libres (*b*). Les bacilles constituent dans le tissu conjonctif une espèce de feutrage assez serré dans lequel on pouvait distinguer des masses hyalines (*g*) fortement colorées par les couleurs d'aniline, d'un diamètre de 5 à 10 μ. Sans coloration artificielle ces masses sont jaunâtres ou brunâtres.

Tandis que la partie superficielle des glandes est totalement détruite par l'invasion des bacilles, leurs culs-de-sac restent visibles même dans les plaques encore plus prononcées. Ainsi la planche I, figure 1, représente une petite plaque ou ulcère de l'estomac à base élevée, à surface jaune grenue, pénétrant sous la

forme d'un cône dans la profondeur, entourés d'un tissu enflammé embryonnaire. La surface est couverte d'une couche mousseuse contenant les bacilles caractéristiques. Au-dessous, on rencontre des bourgeons constitués par le tissu inter-glandulaire tuméfié contenant dans leur centre un amas formé de bacilles courbés et très serrés, de sorte qu'avec un faible grossissement on pourrait croire avoir affaire à une zooglée de microbes. J'ai dessiné un de ces bourgeonnements avec un plus fort grossissement dans la figure 3 de la planche II. Il est probable que ces masses se forment dans les vaisseaux superficiels oblitérés de l'estomac.

Ces ulcères à la base élevée, œdémateuse, hémorrhagique, montrent une mortification de la muqueuse analogue à celle qu'on observe dans les ulcères du charbon. Non seulement la surface, mais aussi la profondeur du tissu conjonctif, entre les glandes de Lieberkühn (planche II, figure 11, *gl*), est gonflée et remplacée par une masse énorme d'une zooglée constituée par un microbe rond, du diamètre de 0,4 μ environ (*z*). Dans toutes les ulcérations, le microbe était le même et partout en masses énormes.

Il est très probable que nous avions affaire dans ce cas à un microbe qui agit sur l'organisme comme celui du charbon; je crois que dans cette observation et dans celles de Klebs on trouve plusieurs espèces de bactéries qui causent des maladies foudroyantes avec des ulcères intestinaux. Ces bactéries pénètrent probablement dans l'organisme par la membrane muqueuse du tube digestif. Mais la plupart de ces maladies reconnaissent pour origine le bacille du charbon.

Charbon symptomatique. — Pour montrer la grande différence qui existe entre le bacille du charbon symptomatique et celui du charbon, au point de vue de sa forme et de sa disposition dans les tissus, j'ai dessiné l'œdème inter-musculaire au voisinage de la peau. J'ai coloré les coupes pendant 24 heures dans le violet de méthyl *b*, et ensuite décoloré pendant 48 heures dans l'huile de girofle pur et conservé dans l'huile de cèdre. On voit dans la planche II, figure 2, *m* et *n*, les fibres musculaires plus ou moins affectées, dissociées ou devenues pâles et homogènes. Le tissu intermédiaire aux muscles est œdémateux, avec de grands espaces lymphatiques (*o*). Il y a deux espèces de

noyaux, des noyaux pâles peu altérés, des cellules fixes (*c*) ou endothéliales, et des noyaux foncés parfois irréguliers (*n*) cassés et devenus de petits amas de débris de noyaux. En *v'* on voit un petit vaisseau sanguin rempli de bacilles. Mais la plupart des bâtonnets se trouvent dans le tissu œdémateux lui-même et entre les débris des fibres musculaires.

Les bâtonnets représentent ordinairement la forme de battants de cloche avec un spore formant un gonflement terminal allongé, fortement coloré. Certains bâtonnets sont homogènes, comparables à ceux du charbon, formant parfois des filaments plus longs dans lesquels des parties foncées alternent avec des parties pâles. Tous ces bacilles ont une épaisseur de 05 à 0,6 μ.

Morve. — L'étiologie de cette maladie a été étudiée récemment, dans le laboratoire de M. Koch, par MM. *Löffler* et *Schütz* (1), à Berlin, et en même temps par *MM. Bouchard*, *Capitan* et *Charrin*, à Paris.

Je ne veux pas revenir ici sur ces études connues dont nous ne possédons pas encore les détails, ni sur la communication de M. Israël (2), qui a constaté de même la présence des bacilles dans certains cas de morve, tandis que, ordinairement, surtout chez l'homme, M. Israël avait cherché en vain les bacilles.

Les bacilles décrits par M. Capitan sont plus courts et plus gros que ceux de M. Löffler. MM. Bouchard, Capitan et Charrin ont pu produire la morve par l'inoculation avec des cultures pures chez les différents animaux et entre autres chez l'âne.

En m'occupant ici de cette maladie, j'ai pour but de remarquer que j'avais vu ces bacilles deux années avant Löffler. Je les avais décrits chez l'homme dans une communication à la Société royale de médecine, à Buda-Pest, le 25 janvier 1881, et en même temps, je les avais montrés, dans la séance de cette Société, dans la paroi des ulcérations, dans la moelle des os et dans la sécrétion morveuse des naseaux. La note relative à ce fait a été publiée dans les annales de la Société et dans l'*Orvosi hetilap*, de mars 1882. Mon collaborateur, dans mes recherches sur la morve, M. Havas, avait communiqué mon observation à M. Klebs qui lui avait fait remarquer, que lui aussi avait trouvé quelquefois les mêmes bacilles dans les produits morveux,

(1) Mittheil. aus d. K. K. Gesundheitsamt Deutsche med. W. 1883.
(2) Berl. med. Wochenschr, 1883.

mais sans leur attribuer une grande importance. La figure 6 de la planche II représente mes dessins de ces bacilles dans un cas de morve chez l'homme.

Il s'agissait d'un berger qui se présenta, le 14 janvier 1881, à l'hôpital de Saint-Roch, avec des douleurs à la tête et aux jointures, durant dejà depuis quinze jours. Le 15 janvier, on constatait un gonflement inflammatoire des jointures tibio-tarsiennes et de celle du coude gauche; température, 40°. Le 17 janvier, gonflement douloureux, circouscrit de la grandeur d'un œuf de poule, dans la profondeur de la jambe droite. La peau, au niveau de ce gonflement, est rougie et tendue. Le 18, on observe de la fluctuation dans la tumeur. En même temps, il se développe un gonflement semblable à la région frontale droite. Le 20, l'abcès de la jambe était ouvert et drainé. Il s'écoulait un liquide purulent rougeâtre; température, 39°,5. Le 21, scarification de l'abcès du front. Le 22, œdème inflammatoire de la paupière droite; le malade devient un peu jaunâtre et perd souvent la connaissance; température, 40°. Le 23, il s'était développé dans diverses régions du corps des tumeurs du volume d'une noix et, à la surface de la peau, des papulo-pustules semblables à celles de la petite vérole; fièvre élevée, état soporeux. Le 24, le malade est presque toujours sans connaissance, la température est abaissée à 37°. Le 25 janvier, prostation et mort.

L'autopsie, faite par M. Havas, montrait la gangrène étendue de la peau qui couvre l'abcès frontal, une diphthérie de la paupière droite et un petit nodule jaune en dégénération muco-caseuse à la conjonctive bulbaire du même côté.

La muqueuse du nez est couverte de petits grains semblables à des ulcères miliaires, à bords jaunes assez durs et à base cireuse, couverts d'un pus muqueux, entourés d'une zone rouge. Les abcès de la peau sont remplis par un pus muqueux rougeâtre, mêlé avec des débris de tissu. L'épiglotte est œdémateuse et montre plusieurs petites ulcérations semblables à celle du nez.

La partie antérieure des poumons est gonflée, pâle; la partie postéro-inférieure est plus résistante, brune, rougeâtre, un peu granuleuse et ne contient plus d'air.

Cette partie est parsemée par un grand nombre de petits îlots

d'un jaune brunâtre, de la grandeur d'un grain de chènevis, entourés par un tissu hypérémique, et souvent ramollis, devenus muqueux à leur centre. La plèvre est couverte d'une fine pseudomembrane récente.

La rate est tuméfiée ; les reins, agrandis, sont flasques, d'un brun pâle. Dans la musculature du corps on trouve souvent des abcès qui atteignent la grandeur d'une noix ; il en existe aussi entre le périoste et les os. La moelle des os, surtout aux extrémités, est rouge, sèche et parsemée par de petits abcès remplis d'un pus muqueux.

Les nodules encore durs de la peau sont formés par une accumulation de petites cellules homogènes, vésiculaires. Les fibres musculaires, autour des abcès, sont devenues homogènes, cireuses.

Dans les plus petits abcès, surtout dans ceux des muscles, puis dans la moelle des os, j'ai trouvé une espèce de bacilles extrêmement fins, d'une longueur de 2 μ, montrant parfois des gonflements aux extrémités comme des spores. Avec l'immersion n° 11 de Hartnack, on en voit de 3 à 5 dans un champ visuel. J'ai trouvé aussi, dans un autre cas de morve, ces bacilles, d'après le procédé de M. Koch, en desséchant du liquide provenant des tissus et, en le colorant par le violet de métyl ou par le bleu de méthylène, et en les renfermant dans le baume ou dans l'huile de cèdre.

En conséquence, je suis le premier qui ai décrit ces bacilles, mais sans connaître leur rôle dans la morve. La figure 6 montre ces bacilles dans des préparations desséchées du pus d'un abcès miliaire. Entre les cellules dont le noyau est devenu très pâle, on voit parfois les bacilles avec des nœuds (*b*). Dans la figure 9 de la même planche, j'ai dessiné un abcès microscopique de la rate avec des cellules devenues homogènes. Dans cet abcès, il y a des petits groupes de bacilles plus ou moins colorés par le violet.

Depuis cette observation, j'ai cherché en vain ces bacilles dans les produits durcis de la morve du cheval et dans des morceaux de tissu d'un âne mort de la morve, produite par une culture pure de micro-organismes qui m'ont été donnés, pour les examiner, par M. Capitan. Malgré cet insuccès, je ne doute pas que les bacilles décrits par moi et par M. Schütz et

Löffler sont ceux de la morve, mais je ne veux pas finir cette communication sans faire remarquer que M. Korányi, en 1870, avait trouvé que l'inoculation des ganglions scrofuleux ou du pus bénin de l'homme peut produire chez le cheval des symptômes analogues à ceux de la morve.

Fièvre typhoïde. — Quoique les bactéries qu'ont découverts Klebs, Eberth, etc., soient bien connus comme étant la cause de cette maladie, je demande la permission de m'en occuper ici pour décrire en quelques mots ce que j'ai observé en examinant un grand nombre de cas à différents degrés de développement.

Presque toujours, on trouve, au commencement de la tuméfaction des plaques de Peyer, de petits bâtonnets, courts, aux extrémités, arrondies, dans les glandes ou même dans le tissu conjonctif de la muqueuse, autour des culs-de-sac des cryptes.

En même temps, on voit souvent des bâtonnets de même dimension (pl. I, fig. 2, *b*), formant parfois de petites chaînettes (*b'*) dans le sang du malade vivant, et, auprès d'eux ou sans eux, des gerbes ou des grands disques ronds, hyalins (*g*), qui se colorent fortement à leur périphérie avec les couleurs d'aniline, tandis que leur centre reste souvent incolore. Dans les plaques de Peyer (pl. II, fig. 5), les grandes cellules granuleuses, peu colorées par les couleurs d'aniline, montrent souvent dans leur intérieur ces bâtonnets en petits groupes, souvent deux à deux; on en trouve aussi dehors des cellules *b*. Les ganglions lymphatiques du mésentère, tuméfiés et d'aspect médullaire, montrent souvent, entre les cellules hypertrophiques de la substance corticale, les masses hyalines fortement colorées décrites dans le sang. Dans d'autres cas (pl. I, fig. 4), on trouve, surtout immédiatement sous la capsule fibreuse *c, p* du ganglion, des bacilles *b*, semblables à ceux qui sont décrits dans cette maladie. Tandis qu'au début du gonflement des plaques de Peyer, ces bacilles sont nombreux, ils deviennent plus rares plus tard, et il survient d'autres microbes auprès d'eux; dans le stade de la nécrose des plaques, on peut surtout bien distinguer des bacilles allongés, minces, formant des agglomérations de filaments qui siègent souvent dans les vaisseaux ou dans les espaces lymphatiques de la muqueuse gangrénée. A la surface de la partie superficielle mortifiée de la plaque de Peyer,

on voit souvent une couche épaisse formée de bactéries rondes, infiltrées dans le tissu mortifié ou bien en zooglée (pl. III, fig. 3, z). Dans cette zooglée, les microbes (0.4-0.5 μ diamètre) sont plus denses et plus fortement colorés du côté de la profondeur du sequestre que du côté de la surface. Auprès de ces bactéries, il y en a de plus petites formant des zooglées bien limitées, avec beaucoup de substance gélatineuse intermédiaire (z'). On peut conclure de la disposition des bactéries, qu'elles pénètrent par la surface et qu'elles envahissent successivement le tissu mortifié; on peut souvent distinguer une couche superficielle vitreuse, striée, parallèle à la surface (*tr*), et dans la profondeur, des follicules (*f*) composés de petites cellules, de débris de noyaux et de vaisseaux dilatés (*v*), contenant des microbes ou des filaments de bacilles. Une autre accumulation de microbes, qui ressemblent à ceux de la surface, existe souvent au-dessous du séquestre, à la surface du tissu embryonnaire qui forme la ligne de démarcation de la partie mortifiée.

Les micro-organismes existent dans n'importe quelle séquestration superficielle. Dans la figure 1 de la même planche, j'ai dessiné la ligne de démarcation d'une partie mortifiée de la peau. Le séquestre *s*, est formé par une substance pâle granuleuse. Dans la partie qui est encore en connexion avec le tissu embryonnaire, à la limite du séquestre, on trouve une grande masse de cellules migratrices et des cellules graisseuses *g*, qui se continuent dans le tissu sous-cutané. Dans ce dernier tissu, on trouve une masse considérable de microbes ronds, disséminés ou en zooglées *z*. Les zooglées siègent surtout dans des vacuoles qui semblent être des cellules graisseuses, et parfois dans de petits vaisseaux ou fentes lymphatiques. Du côté de la profondeur, ces microbes sont bien limités *l*, *c*, tandis qu'ils pénètrent d'une manière diffuse dans le séquestre. A la surface de la perte de substance dont le séquestre est déjà séparé *s*, on trouve des cellules qui ressemblent beaucoup à celles qui ont été décrites par M. Cornil autour du séquestre du choléra des poules.

La partie profonde de ces éléments contient beaucoup de bactéries.

J'ai pu constater aussi dans d'autres faits, que le processus

de la sequestration était dû à la présence de microbes ronds.

La sueur rouge. — J'ai décrit l'an passé (1), les microbes qu'on trouve dans la sueur rouge, et mes recherches sur ce phénomène ont prouvé que dans la sueur rouge, il s'agit d'une multiplication d'un microbe chromogène. Voici ce que j'ai trouvé. Une jeune femme qui souffrait de symptômes nerveux compliqués par des irrégularités des fonctions sexuelles, éprouvait une démangeaison dans le creux axillaire droit ; en même temps la peau était gonflée et rouge. La sueur de cette aisselle était d'un rouge pâle et les poils d'un rouge brunâtre. La partie correspondante de la chemise est colorée comme par le sang. Pendant les accès nerveux, la sueur devient plus abondante et encore plus rouge avec une odeur forte et désagréable. La sœur de la malade qui partageait son lit avait de même le symptôme de la sueur rouge dans un aisselle. En examinant les poils de ces deux personnes et ceux d'un jeune homme sain et fort qui souffrait, aussi lui, d'une sueur rouge combinée avec une démangeaison dans les aisselles, j'ai trouvé dans les trois cas les mêmes lésions. Les poils sont minces, d'un rouge pâle, rigides, fragiles, entourés d'une gaîne rouge adhérente. Avec un plus fort grossissement, on trouve que cette gaîne est formée par des masses ressemblant aux druses d'amadou ; celles-ci montrent une structure radiée à leur périphérie et siègent ordinairement sur des parties desquamées de la surface des poils et en partie aux extrémités comme découpées en franges, ou enfin autour et entre les fibres dissociées du poil lui-même. J'ai dessiné dans la planche III, figure 4, un de ces poils avec un grossissement de 500 diamètres. On y voit que les stries radiaires sont formées par des bacteries un peu allongées, du diamètre de 1 μ environ, qui sont unis par une masse gélatineuse homogène rouge, plus intense dans la profondeur qu'à la surface de la zooglée.

La racine des poils ne contient pas de bactéries. Dans la sueur rouge, de même que dans les taches rouges de la chemise, il y avait les mêmes zooglées avec une substance intermédiaire rouge. Les bactéries se colorent avec intensité par les couleurs d'aniline et par l'hématoxyline ; on les voit beaucoup

(1) Centralbl. f. med. Wiss.

mieux par le traitement avec des acides ou avec la potasse, tandis que par le traitement avec l'alcool, l'éther ou l'essence de thérébentine, il est difficile de pénétrer dans les détails de cette substance. Par l'action de l'acide sulfurique, la substance rouge de la zooglée se colore en bleu violet. L'ammoniaque la colore enjaune, mais, par l'addition des acides, la zooglée regague la couleur rouge.

On peut extraire lentement la couleur rouge par l'alcool. L'extrait rouge donne par le spectroscope des lignes d'absorption qui diffèrent de celles des couleurs d'aniline et qui ressemblent à celles du microbe prodigieux (*Micrococus prodigiosus*). Par l'action prolongée de la potasse ou du sulfure d'ammoniaque, la couleur disparaît.

On peut cultiver les bacteries en les exposant sur l'albumine cuite à une température de 35 à 40°. Alors ils se multiplient lentement de telle sorte, qu'après plusieurs jours, ils se sont formés, autour du poil, comme de petites gouttes rougeâtres confluentes. En examinant l'extrait alcoolique de la couleur de la sueur rouge, on trouve des stries d'absorption qui ressemblent beaucoup à celles du micrococus prodigiosus qui cause parfois la coloration rouge du pain. Suivant ces recherches, il me semble certain que la sueur rouge est causé par un microbe chromogène, qui ressemble au microbe prodigieux.

Eberth avait décrit, en 1873, des masses analogues, mais incolores et moins prononcées, surtout dans la sueur abondante de mauvaise odeur.

Verrues. — Sans tirer aucune conséquence du fait suivant, je veux décrire simplement ce que j'ai trouvé, en collaboration avec M. Cornil, dans un cas de verrue que m'avait donné, pour l'examiner, M. Cornil, et dans un autre cas examiné à Budapest. La surface des verrues examinées est assez lisse et consiste en lamelles desséchées, cornées (pl. III, fig. 5), en partie fortement colorées par les couleurs d'aniline. On voit en *c* une coupe transversale d'une papille dont on peut distinguer encore la couche profonde constituée par des cellules cylindriques, tandis que les couches du réseau de Malpighi sont devenues grenues et souvent remplies d'éleidine. Sur d'autres papilles, il n'existe plus de cellules polygonales et le réseau de Malpighi montre des éléments à demi desséchés, cornés, contenant par

places de l'éléidine. Dans les papilles mêmes, le tissu contient quelques cellules fixes et le vaisseau central est dilaté et rempli d'une masse hyaline ou desséchée homogène, *m*. Parfois toute la papille est remplie par de telles masses limitées immédiatement par des lamelles épidermiques cornées.

Dans les papilles et dans les couches profondes du réseau de Malpighi, on voit un grand nombre de microbes fortement colorés par les couleurs d'aniline ; leur diamètre est de 04 à 05 μ. Ils forment ordinairement des diplococci, des sarcines ou bien de petits chapelets très denses constitués par 3, 4 à 5 microbes, et très souvent on trouve des amas carrés ou arrondis d'un diamètre de 5 μ environ, constitués par une accumulation très dense de ces microbes. Les mêmes organismes se trouvent aussi dans le tissu desséché entre les papilles (1).

Je termine ce travail en faisant de nouveau remarquer que mon but a été surtout de constater la relation des bactéries avec les lésions des tissus dans une série de maladies.

J'espère que les matériaux que j'apporte serviront à édifier l'étiologie de quelques-unes de ces maladies dont l'origine bactérienne n'est pas encore suffisamment établie.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Fig. 1. — Petit ulcère dans le charbon de l'estomac. Coupe colorée successivement par le violet de métyl 5 B, et par le picro-carminate, puis montée dans le baume de Canada. A la surface de la muqueuse, on voit des bacilles libres dans le mucus purulent superficiel. — *gl*, masses agglomérées de bacilles formant une espèce de zooglée ; *f*, filaments bactéridiens remplaçant le tissu conjonctif entre les glandes. La coupe de ces dernières montre des cavités dépouillées d'épithélium dans l'étendue de la muqueuse altérée. — *d*, tissu embryonnaire autour du tissu altéré par la présence des bacilles ; *g*, glandes de l'estomac autour de la partie altérée.

Fig. 2. — Le sang dans un cas de fièvre typhoïde ; préparation desséchée et colorée comme dans la figure 1 (grossissement de 600 diamètres environ). Entre les globules rouges on voit un globule blanc à deux noyaux *l*, un globe ou disque bien coloré à la périphérie *g* et des bacilles isolées *b* ou deux à deux *b'*.

(1) Ces constatations ne concordent pas avec les recherches de M. Majocci qui a trouvé dans la verrue de très petits bacilles (cité par Tommasi-Crudeli, anatomia pathologica, t. I, 1882).



Fig. 3. — Coupe de la partie périphérique d'un ganglion mésentérique dans la fièvre typhoïde (grossissement de 500 diamètres environ). A la partie supérieure du dessin, on voit la capsule dont les cellules fixes sont gonflées. Les cellules lymphatiques de la partie périphérique du ganglion *c* sont aussi gonflées et grenues. Entre les cellules, il y a des masses hyalines *gl*, formant des globes ou bien des amas constitués par leurs débris.

Fig. 4. — Coupe d'un autre ganglion hypertrophique dans la même maladie (grossissement de 600 diamètres). — *cp*, capsules avec des cellules fixes gonflées; *c*, cellules gonflées de la substance corticale; *b*, bacilles entre les cellules.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une plaque de Peyer, de consistance médullaire, dans la fièvre typhoïde (grossissement de 800 diamètres environ). — *c*, cellules hypertrophiques grenues; *b*, bacilles siégeant surtout entre les cellules.

Fig. 6. — Une partie de la moelle des os desséchée dans la morve de l'homme (grossissement de 800 diamètres). — *c*, cellules de la moelle; *b*, bacilles; *b'*, bacilles avec des spores terminaux.

Fig. 7. — Coupe de la rate du cheval dans la morve. — *c*, cellules de la pulpe; *c'*, les mêmes, en multiplication; *c''*. petit amas avec des cellules pâles sans noyaux; *b*, bacilles.

Fig. 8. — Coupe transversale de la valvule bicuspide dans l'endocardite ulcéreuse (grossissement de 600 diamètres environ). Au bord de l'ulcère on voit des masses coagulées de sang (*p*). La couche superficielle enflammée est remplie de cellules migratrices; la couche moyenne de la valvule est formée par un tissu pâle sans structure, rempli de microbes disséminés ou formant des amas foncés striés mal limités.

Planche II.

Les préparations sont traitées comme celles de la Planche I.

Fig. 1. — Coupe transversale de la partie superficielle d'un ulcère charbonneux (grossissement de 350 diamètres). — *b*, bacilles libres; la masse bactérienne forme des bourgeons dans lesquels on peut distinguer des masses rondes colorées *g*.

Fig. 2. — La muqueuse de l'estomac dans le charbon expérimental. — *b*, bacilles; *gl*, glandes.

Fig. 3. — Masses agglomérées de bacilles du charbon sous la forme de zooglée (*z*) à la surface des plaques charbonneuses de l'intestin.

Fig. 4. — Sang desséché d'un individu atteint du charbon. — *g*, globules rouges; *b*, bacilles.

Fig. 5. — Filaments.

Fig. 6. — Spores cultivés du sang du même individu.

Fig. 7, 8 et 9. — Diverses formes des bacilles du foie (grossissement de 400 diamètres).

Fig. 10. — Coupe transversale de la muqueuse de l'estomac de l'homme au commencement de l'affection. La surface est dépouillée de son épithélium et couverte d'un mucus contenant des bacilles. Les glandes *gl*

sont dilatées, et on y peut suivre la pénétration des bacilles (*b*). Parfois les glandes sont tout à fait remplies de bacilles (*b'*). Il y a aussi des bacilles dans la partie superficielle de la muqueuse entre les glandes. La muqueuse est mince, pâle, les cellules sont homogènes. Au-dessous de cette partie affectée, les vaisseaux lymphatiques sont dilatés, et le tissu est devenu embryonnaire.

Fig. 11. — Mycose intestinale liée à la présence de microbes ronds. Partie profonde de la muqueuse (grossissement de 500 diamètres). — *gl*, coupes transversales des cryptes de Lieberkühn; *s*, masses bactériennes.

PLANCHE III.

Fig. 1. — Mortification d'une partie du tissu de la peau (grossissement : 100 diamètres environ). — *s*, sequestre; *g*, cellules graisseuses. A la limite de la poche du sequestre, il s'est formé une série de vacuoles allongées au-dessous desquelles il existe des amas de microbes. Entre la partie mortifiée et le tissu vivant, il s'est formé un tissu embryonnaire contenant beaucoup de microbes, surtout dans les vacuoles qui correspondent aux gouttes graisseuses *s*. — *tc*, tissu conjonctif.

Fig. 2. — Œdème inter-musculaire dans le charbon symptomatique. — *m*, fibre musculaire dissociée dans sa partie supérieure; *m'*, fibre musculaire devenue pâle et homogène; *i*, espaces lymphatiques dilatés dans le tissu inter-musculaire; *c*, noyaux des cellules fixes; *n*, noyaux des cellules migratrices; *v'*, petit vaisseau rempli de bâtonnets en battant de cloche.

Fig. 3. — Coupe de la partie mortifiée superficielle d'une plaque de Peyer de l'intestin dans la fièvre typhoïde (grossissement : 200 diamètres environ). — *s*, couche superficielle du séquestre formé par des masses énormes de microbes disséminés ou bien en zooglée qui est toujours plus fortement colorée du côté de la profondeur qu'à la surface; *s'*, une autre espèce de microbes en zooglée avec beaucoup de substance gélatineuse intermédiaire; *tr*, travées de tissu fibreux pâle parallèles à la surface; *f*, follicules mortifiés; on peut suivre la pénétration des microbes dans les vaisseaux dilatés (*v*).

Fig. 4. — Les microbes de la sueur rouge en zooglées sur les poils et libres dans la sueur. — *z*, zooglée adhérente au poil; *p*, poil entouré des masses zooglégiques; *p''*, dissociation du poil sous l'influence des microbes.

Fig. 5. — Verrue. — *s*, substance cornée à la surface de la verrue peu colorée ou fortement colorée par les couleurs d'aniline en *c*; *g*, papille; on peut distinguer les cellules cylindriques à la surface du réseau de Malpighi. Au lieu des cellules polygonales, on y trouve des cellules remplies d'éléidine. Sur les coupes d'autres papilles, on ne peut plus distinguer ni le tissu conjonctif ni la stratification de l'épithélium. La place de la papille est remplie par une masse homogène colloïde ou hyaline, tandis que les couches épithéliales sont remplacées par des cellules aplaties et souvent infiltrées

de grains d'éléidine ou kératinisées. Dans les masses hyalines siègent des bactéries en petits amas deux à deux ou quatre à quatre, très serrés ou bien en petits chapelets (*s*).

Planche IV.

Micro-organismes de la diphthérie.

Fig. 1. — Partie postérieure du larynx dans la diphthérie. L'épithélium et la couche superficielle sont remplacés par une pseudo-membrane renfermant des masses hyalines (*h*) et des parties supercielles des glandes muqueuses (*g*). — *r*, réseau brillant autour de la glande; *ff*, tissu fibreux devenu brillant, rigide. Les vaisseaux, dans la profondeur de la muqueuse, sont remplis de masses zoogléiques *z*, *z*.

Fig. 2. — Partie du larynx dans la diphthérie consécutive à la rougeole.— *tn*, pseudo-membrane formé par des masses homogènes arrondies et montrant à sa surface des microbes *m*, *m'*; *v*, vaisseau sanguin pénétrant dans la pseudo-membrane, rempli d'une masse hyaline; *v'*, vaisseau sanguin dans la profondeur de la muqueuse rempli d'un réticulum grenu; *tf*, tissu fibreux sous la pseudo-membrane; *g*, glande remplie et entourée de grandes cellules homogènes; *m*, microbes disséminés dans le tissu pâle de la muqueuse; *v*, vaisseau sanguin du tissu sous-muqueux; *m''*, microbes en grandes masses à la limite du tissu mortifié diphthéritique.

Fig. 3. — Pseudo-membrane diphthéritique desséchée et colorée par le violet de métyl 5B. — *n*, noyaux; *z*, zooglée à petits microbes; *z'*, petite zooglée formée par des microbes plus gros.

Fig. 4. — Raclage desséché du poumon affecté de pneumonie catarrhale du même individu (grossissement : 500 diamètres). — *ea*, cellules épithéliales des alvéoles; *m*, microbes en amas; *m'*, microbes en chapelets deux à deux; *c*, cellule alvéolaire remplie de bactéries.

Fig. 5. — Raclage de la diphthérie circonscrite de la langue. — *n*, noyaux; *b*, bâtonnets.

Fig. 6. — Dyssenterie du rectum, raclage de la muqueuse infiltrée. — *c*, cellule grenue contenant différentes espèces de bactéries; *m*, grands microbes en chapelet; *b*, bâtonnets assez longs, foncés, homogènes; *b*, fins bâtonnets pâles; *sp*, spirilles.

Fig. 7. — Raclage du poumon atteint de pneumonie catarrhale chez le même individu. — *gr*, globules rouges du sang; *ea*, endothélium des alvéoles; *ee*, cellules à cils vibratils des bronches; *m*, microbes en chapelets ou deux à deux.

LE MUSCLE PRÉSTERNAL

ET

SA SIGNIFICATION ANATOMIQUE

Par le Dr L. TESTUT
Professeur agrégé et Chef des Travaux anatomiques de la Faculté de médecine de Bordeaux.

Il convient de définir le muscle présternal : un muscle surnuméraire, situé en avant du sternum et du grand pectoral, présentant en haut, dans la majorité des cas, des rapports intimes avec le tendon du sterno-mastoïdien, s'attachant en bas soit sur les dernières côtes, soit sur l'aponévrose du grand oblique. Ce muscle peut être double ou unique : dans ce dernier cas, il est situé d'un seul côté de la ligne médiane, ou bien croise cette dernière en diagonale, appartenant ainsi à la fois aux deux moitiés du corps.

Je rejette formellement le nom de *sternalis brutorum* sous lequel le désignent encore certains auteurs. Le muscle présternal n'existe pas chez les mammifères : cette dénomination consacrerait par conséquent une erreur. Je n'accepte pas non plus le nom de *rectus thoracis* qui lui sert de synonyme, dans quelques publications françaises ou étrangères, réservant cette expression pour désigner le prolongement thoracique du grand droit de l'abdomen, lequel est toujours placé sous le grand pectoral.

I. — Description anatomique du muscle présternal.

L'anatomiste Cabrol (1) paraît être le premier auteur qui ait décrit le muscle présternal ; son observation remonte à l'année 1604. Ce muscle a été retrouvé plus tard, dans le cours du dernier siècle, par Weitbrecht (2), Albinus (3), Wilde (4),

(1) Cabrolius. *Anat. elenchus accuratissimus*; obs. 8, p. 96, 1604.
(2) Weitbrecht. *Comment. acad. Petropolit.*: 1729, vol. IV, p. 258.
(3) Albinus. *Historia musculorum*, 1734, p. 291.
(4) Wilde. Comment. acad. Petropol., vol XII, 1740, p. 320.



Boerhave (1), Sandifort (2), Sœmmering (3), etc. Les observations se sont rapidement multipliées à notre époque, et actuellement il serait facile de colliger, dans la littérature anatomique, plus de 120 cas bien constatés de muscle présternal. Je me garderai bien de dérouler ici la longue liste des auteurs qui ont parlé de ce muscle. Je me contenterai de signaler, parmi les travaux les plus importants, la monographie de Halbertsma (4), publiée à Amsterdam en 1861 ; l'article du professeur Turner (5) (1867), où sont rapportés 21 cas nouveaux, observés dans la salle de dissection d'Édimbourg, et les mémoires de Bardeleben (6) (1875), où se trouvent savamment analysées toutes les observations connues jusqu'alors.

C'est en utilisant ces divers matériaux et aussi mes observations propres, que je vais essayer tout d'abord de décrire le muscle présternal. Je serai aussi bref que possible.

1° *Situation*. — Il est situé au-dessus de l'aponévrose thoracique superficielle, en avant du sternum et du grand pectoral. Quelques auteurs, Popoff (7) entre autres, décrivent à ce muscle une aponévrose qui lui appartient en propre. Il est souvent double, existant à la fois à droite et à gauche de la ligne médiane ; mais il peut aussi être unique, siégeant tantôt à gauche, tantôt à droite ; dans des cas plus rares, mais constatés avec une grande netteté, le muscle présternal prend naissance sur l'un des côtés du thorax et, croisant le sternum à des hauteurs variables, il va se terminer du côté opposé ; dans ce dernier cas, c'est un muscle impair par excellence.

On le voit parfois reposer sur la surface osseuse ; le plus souvent il en est séparé par l'origine de la portion sterno-costale du grand pectoral.

(1) Boerhave. Id., t. III.

(2) Sandifort. Exercitationes academicæ, 1783, p. 82.

(3) Sœmmering. De corporis humani fabrica, vol. III, 1796, p. 150.

(4) Halbertsma. De musc. thoracicus ; med. d. Konink Acad. van Wetenschappen, D. XII, 1861, p. 164.

(5) Turner. On the musculus sternalis (Journ. of Anat. a. phys., 1867, I, p. 24).

(6) Bardeleben. Der musc. sternalis (Zeitschr. f. Anatomie u. Entwick., Bd. I, t. V et VI, p. 424). — Der musc. sternalis (med. Centralblatt, 1875, n° 27, p. 433). — Einige seltene Muskelvarietäten (Sitzungsb. d. Jenaischen Gesellsch. f. Med. u. Naturwiss., 1877). — Muskeln und fascie (*ibid.*, 1881).

(7) Popoff. Ueber einige überzählige Muskeln desmenschl. Korpers (Medic. Böte, 1873, Nr. 32-36).

2° *Dimensions.* — Elles sont tout aussi variables que ses rapports : le muscle présternal s'étend généralement de la poignée du sternum à la hauteur de la 6° ou de la 7° côte ; mais il peut, suivant les cas, dépasser cette limite ou rester en deçà. Tantôt c'est un muscle large, bien nourri, mesurant jusqu'à 7 centimètres de largeur (cas de Jœssel) (1); tantôt au contraire un faisceau charnu très grêle, un simple filament (cas de Turner), qu'il serait difficile de distinguer du muscle sous-jacent, si la direction de ses fibres, croisant à angle droit celles du grand pectoral, ne venait aider l'observateur. Entre ces deux extrêmes se trouvent tous les intermédiaires.

3° *Forme.* — Presque toujours rubané, le muscle présternal peut aussi affecter, mais rarement, une disposition cylindrique ou fusiforme. Dans le plus grand nombre de faits, il est plus large à son extrémité inférieure, présentant alors la forme d'un triangle, dont le sommet correspond au manubrium et dont la base repose sur les côtes inférieures ou sur l'aponévrose du grand droit. Dans des cas exceptionnels (fait de Turner), il est constitué par plusieurs faisceaux distincts.

4° *Constitution anatomique.* — Charnu à sa partie moyenne, il est tendineux à ses deux extrémités ; mais tandis que les fibres tendineuses inférieures sont excessivement courtes et souvent peu visibles ou même absentes, le tendon de son extrémité supérieure est presque toujours très marqué : dans bien des cas, sa longueur dépasse 3 ou 4 centimètres. Plusieurs auteurs ont noté, sur la partie charnue de ce muscle, des intersections fibreuses rappelant celles de même nature que l'on observe normalement sur le grand droit de l'abdomen.

5° *Insertions.* — α) En haut, le muscle présternal s'insère le plus souvent sur le tendon du sterno-mastoïdien, avec lequel il se confond d'une façon plus ou moins complète, mais il peut aussi se détacher de la face antérieure du sternum, ou même du tissu conjonctif interfasciculaire, situé dans l'épaisseur du grand pectoral. Turner, qui a observé à peu près toutes les variétés que présente cette origine du muscle, a vu le tendon du présternal se détacher, trois fois, de la face antérieure de la première pièce du sternum : sur huit sujets, il se continuait avec le

(1) Jœssel. Ein besonderer Fall von musc. sternalis (Arch. f. Anat. und Physiol., 1878, p. 429).

tendon inférieur du sterno-mastoïdien; sur deux, il se confondait avec l'origine des faisceaux les plus élevés de la portion sternale du grand pectoral. Sur quatre sujets, il naissait à la fois du tendon du sterno-mastoïdien et de la face antérieure du sternum. Sur un sujet, il se détachait en même temps de la portion du grand pectoral qui recouvre le 2ᵉ cartilage costal, du manubrium et du tendon du sterno-mastoïdien. Sur un autre sujet, les fibres les plus externes du présternal se détachaient de l'aponévrose du grand pectoral, tandis que les fibres les plus internes remontaient, à l'aide de deux tendons arrondis, jusqu'aux tendons du sterno-mastoïdien, avec lesquels elles se confondaient, après avoir envoyé une expansion au manubrium. Enfin sur un dernier sujet, le muscle prenait uniquement naissance, à droite et à gauche, sur l'aponévrose qui recouvre le grand pectoral, un peu en dedans de l'insertion du sterno-cléido-mastoïdien.

Plusieurs fois, on a vu les deux muscles présternaux se fusionner sur la ligne médiane avant d'atteindre le tendon du sterno-mastoïdien. Sur un sujet qui avait succombé aux progrès de l'atrophie musculaire progressive, Cruveilhier (1) a vu l'extrémité supérieure du muscle présternal se diviser en trois portions ou languettes : l'une s'unissait au grand pectoral, la deuxième au sterno-mastoïdien du même côté, la troisième au sterno-mastoïdien du côté opposé.

β. — L'insertion inférieure a lieu, suivant les cas, sur les cartilages costaux des 5ᵉ, 6ᵉ ou 7ᵉ côtes, sur l'aponévrose du grand oblique, soit en dehors du muscle grand droit, soit en avant de ce muscle, sur la paroi antérieure de sa gaîne par conséquent. Il n'est pas rare de voir le muscle présternal prendre à la fois sa surface d'insertion inférieure sur les cartilages et sur l'aponévrose abdominale.

6° *Entre-croisement sur la ligne médiane des deux muscles symétriques.* — J'ai déjà mentionné le passage d'un muscle présternal unique d'un côté à l'autre du thorax. Des faits d'un double entre-croisement en X ont été signalés par Chassaignac (2), et par Verneuil (3). Le muscle présternal du côté

(1) Cruveilhier. Société anat. de Paris, 1854, p. 325.
(2) Chassaignac. *Id.*, 1834, p. 202 et 219.
(3) Verneuil. *Id.*, 1854, p. 325.

gauche se jetait sur le tendon du sterno-mastoïdien du côté droit, et *vice versâ*. J'ai observé plusieurs fois, sur la face antérieure du sternum, un entre-croisement analogue, portant sur les tendons des deux sterno-mastoïdiens, qui ne présentaient d'ailleurs aucune anomalie.

7° *Dimensions comparées du présternal du côté droit et du présternal du côté gauche.* — Je n'aurais pas écrit ce titre si déjà, en 1879, dans une note publiée dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie*, M. Ledouble (1) n'était venu soulever la question et la résoudre, momentanément du moins, dans un sens qui me paraît contraire à l'enseignement d'un plus grand nombre de faits. M. Ledouble n'a analysé que trois observations : celle de Pozzi et les deux qui lui appartiennent en propre ; or, dans ces trois faits, il a été constaté que le présternal du côté gauche l'emportait par ses dimensions sur le présternal du côté droit. Ce rapport, je le répète, n'est pas constant et son énoncé ne saurait être érigé en loi anatomique ; les chiffres suivants le démontrent surabondamment :

J'ai analysé 27 observations dans lesquelles la situation du muscle était nettement indiquée. De ces 27 observations, 6 ont trait à un muscle bilatéral, 21 à des muscles unilatéraux. En ce qui concerne les muscles bilatéraux, 5 fois le muscle présternal était plus développé à droite ; une fois seulement le muscle noté présentait à gauche une longueur plus grande (cas de Chudzinski) (2). En réunissant à ces chiffres la statistique de M. Ledouble, on arrive encore à avoir la supériorité en faveur d'un plus grand développement à droite.

Quant aux 21 muscles unilatéraux que j'ai pu recueillir, 13 étaient situés à droite, 8 seulement se trouvaient à gauche.

8° *Fréquence du muscle présternal.* — Elle est établie par les statistiques suivantes :

Wood (3) l'a observé 7 fois sur 175 sujets, Turner 21 fois sur 650 sujets, Gruber 5 fois sur 95 sujets. En totalisant ces trois résultats, obtenus sur des sujets anglais et russes, nous

(1) LEDOUBLE. Sur le muscle sternalis brutorum ou rectus thoracis chez l'homme et de son volume plus considérable à gauche. (Bull. Soc. d'Anthrop., 1879).

(2) CHUDZINSKI. Revue d'anthropologie, t. III, p. 407.

(3) WOOD. Proc. of roy., Soc. of London, 1865, t. XIV, p. 387; 1866, t. XV, p. 231; 1867, t. XVI, p. 490.

arrivons aux chiffres suivants : le muscle présternal s'est rencontré 33 fois sur 920 sujets, soit une proportion centésimale de 3 1/2. Le muscle présternal est, comme on le voit, un muscle fort rare.

9° *Influence des sexes et des races.* — Le muscle présternal se rencontre indistinctement chez l'homme et chez la femme. Wood l'a trouvé 5 fois chez l'homme et 2 fois chez la femme. Turner, au contraire, l'a noté 11 fois chez la femme et 7 fois seulement chez l'homme.

Bardeleben croit pouvoir avancer qu'il est plus fréquent dans les autres races que dans la race caucasienne (*Méd. Cent.*, 1875, n° 27, p. 433 à 435). Chudzinski l'a rencontré chez un nègre. Je n'en ai pas trouvé les moindres traces sur les 5 premiers sujets nègres que j'ai disséqués jusqu'au mois de novembre 1882. Je ne l'ai pas vu mentionné davantage dans les dissections de nègres faites par Flower et Murie, et par Turner. Je l'ai observé pourtant tout récemment sur un sujet de Taïti.

10° *Constatation du muscle présternal sur le vivant.* — Malbrane (1) utilisant les courants faradiques, a pu constater 2 fois sur le vivant la présence du muscle présternal. Le premier sujet était un homme de vingt ans très vigoureux, exerçant la profession de boulanger. Le muscle présternal, situé du côté droit, présentait une largeur de trois centimètres ; il recouvrait les origines du grand pectoral et la moitié droite du sternum, sans atteindre la ligne médiane. Il s'insérait en haut sur le tendon du sterno-mastoïdien et s'avançait en bas jusqu'au 5e cartilage costal. Sur un deuxième sujet, un décrotteur de cinquante et un ans, le muscle présternal était double. Des deux côtés il naissait, en bas, sur le 4e cartilage costal et se terminait, en haut, sur un tendon élargi situé à la face antérieure du sternum ; il contractait, à l'aide de ce tendon, des connexions intimes avec le grand pectoral et le sterno-cléido-mastoïdien.

11° *Innervation du muscle présternal.* — Le professeur Bardeleben espère arriver bientôt, sur ce sujet, à une solution complète ; avec les données qu'il possède actuellement, il croit pouvoir affirmer que certains muscles présternaux, ceux qu'il

(1) Malbrane. In sachen der sternalmuskels (Zeitschrift f. Anat. u. Entwick; 1875, p. 309).

considère dans sa classification comme une dépendance du sterno-mastoïdien, reçoivent leurs filets nerveux des nerfs intercostaux ; tandis que d'autres variétés, celles qui appartiendraient, d'après lui, au groupe pectoral, seraient innervées par les branches thoraciques antérieures. Les expériences entreprises par Malbrane sur les deux sujets vivants porteurs de muscles présternaux, seraient entièrement favorables à l'opinion de Bardeleben. Sur le premier sujet, en effet, le courant faradique dénotait une innervation émanant des intercostaux ; sur le deuxième, la faradisation des intercostaux restant sans résultat, le muscle surnuméraire ne répondait qu'aux excitations électriques portées sur le trajet des nerfs thoraciques.

Je signale ici ces résultats parce qu'ils appartiennent à l'histoire du muscle présternal. Je me garderai de tout commentaire, n'ayant pas en main, pour le moment, des éléments suffisants pour entreprendre une critique scientifique sérieuse. Je me réserve de revenir plus tard sur ce point extrêmement délicat d'électro-physiologie, dont l'importance est surtout considérable, au point de vue de la détermination anatomique du muscle présternal.

II. — Faits inédits.

J'ai observé cinq fois, en cinq semestres, le muscle présternal ; voici la relation sommaire de ces faits :

Premier fait. — Dans le premier cas, le muscle présternal était unilatéral et situé à gauche, aplati et rubané ; il descendait verticalement en avant du sternum et de l'extrémité sternale du grand pectoral ; sa plus grande largeur, prise à la hauteur de la 3e côte, mesurait 2 centimètres et demi. Son tendon supérieur de forme arrondie, se continuait avec le tendon du sterno-mastoïdien. En bas, les fibres musculaires se jetaient, au niveau du 5e cartilage costal, sur un tendon plus large qui, continuant la direction du corps charnu, croisait superficiellement la 6e et la 7e côte et se divisait, au niveau de l'appendice xiphoïde, en deux tendons secondaires : l'externe se fusionnait avec la gaîne du grand droit de l'abdomen du côté gauche ; l'interne, contournant l'appendice xiphoïde, venait s'épanouir en éventail sur l'aponévrose du grand droit du côté opposé.

Deuxième fait. — J'ai observé le deuxième cas au mois de février de cette année : le muscle présternal était cette fois bilatéral, mais plus développé à droite qu'à gauche. *Du côté droit*, il se détachait, comme dans le cas précédent, du tendon du sterno-mastoïdien ; puis, se portant en bas et

un peu en dehors, sur la face antérieure du grand pectoral, il venait se terminer en partie sur la 6e côte, en partie sur l'aponévrose du grand oblique. Ce muscle, aplati et mince, mesurait 8 millimètres de largeur à son origine, 2 centimètres 1/2 au niveau de la 4e côte. *Du côté gauche*, le présternal formait un ruban fort mince de 6 à 8 millimètres de largeur seulement. Charnu à sa partie moyenne, il n'était constitué à ses deux extrémités que par du tissu fibreux. Il prenait naissance, en haut, sur le tendon du sterno-mastoïdien, et s'attachait, en bas, sur la 5e côte; moins oblique dans son trajet que celui du côté opposé, il était à peu près parallèle à la ligne médiane, dont il était distant de 1 centimètre à 1 centimètre 1/2 seulement.

Troisième fait. — Le troisième muscle présternal que j'ai rencontré, a été disséqué dans le laboratoire d'anatomie de la Faculté par un de mes élèves, M. Canac. Il existait exclusivement du côté gauche et s'étendait de la première pièce du sternum jusqu'au grand droit de l'abdomen. Il prenait naissance en haut sur la face antérieure du sternum, dans le voisinage du tendon du muscle sterno-cleido-mastoïdien, avec lequel il présentait des connexions intimes. Large de 5 mill. à son origine, il s'élargissait en descendant en bas jusqu'à atteindre 3 cent. de largeur, au niveau de la 5e côte. Son insertion inférieure se faisait sur la face antérieure de la gaine du grand droit.

Quatrième fait. — J'ai observé le fait suivant, en décembre 1882 sur un sujet nègre, originaire de l'île de Taïti. Le muscle surnuméraire existait des deux côtés, mais à un état de développement différent.

α) *Du côté gauche*, il affectait la forme d'un large ruban étendu verticalement sur la face antérieure du grand pectoral, au-dessous de l'aponévrose superficielle. Il mesurait 4 cent. de largeur, 17 cent. de longueur. Son insertion supérieure était assez complexe : les fibres les plus externes se détachaient de l'aponévrose d'enveloppe du grand pectoral, à la hauteur de la 3e côte; les fibres internes naissaient sur le 3e cartilage costal et sur la portion du sternum, voisine de ce cartilage. Quant aux moyennes, elles s'élevaient plus haut, et se jetaient, à la hauteur du 2e cartilage costal, sur une série de faisceaux tendineux, lesquels venaient se confondre avec le tendon sternal du sterno-cleido-mastoïdien. En bas, les fibres charnues du présternal s'irradiant en éventail, se terminaient presque en totalité, à l'aide de fibres tendineuses excessivement courtes sur la gaine du grand droit; un petit faisceau seulement prenait insertion sur la 7e cartilage costal.

β) *Du côté droit*, le muscle présternal également rubané, mais beaucoup plus petit, était situé parallement à la ligne médiane, à 4 cent. en dehors du bord droit du sternum. Il se détachait en haut de l'aponévrose du grand pectoral et se terminait en bas, à l'aide d'un tout petit tendon sur la face antérieure de l'aponévrose du grand droit. Il mesurait 14 cent. de longueur et 19 mill. de largeur en moyenne (21 en haut, 18 en bas). Des deux côtés les muscles anormaux étaient manifestement placés au-dessous de l'aponévrose superficielle et étaient complètement distincts du grand pectoral. L'innervation que j'ai pu étudier sur le côté gauche était la suivante : de la partie moyenne du grand pectoral on voyait s'échapper une branche nerveuse qui se dirigeait horizontalement vers le bord externe du muscle présternal. A 5 cent. en dehors de ce bord, elle se bifurquait en deux ramuscules, lesquels se termi-

naient sur la face postérieure du muscle par une série de filets excessivements grêles.

Cinquième fait. — Le cinquième fait a été préparé par M. Maubrac, aide d'anatomie, qui m'a remis la description suivante. Sur le côté droit d'un sujet adulte, il existe en dehors du bord droit du sternum, au devant du muscle grand pectoral, un petit muscle rubané charnu à sa partie moyenne, tendineux à ses deux extrémités. Il naît en haut, en partie de la face antérieure du sternum dans la région voisine du sterno-cléido-mastoïdien et aussi sur le côté externe du tendon sternal de ce muscle. Les faisceaux charnus qui font suite au tendon d'origine se portent verticalement en bas et viennent se terminer sur la face antérieure d'un tendon blanc et nacré, lequel se termine sur le 5e cartilage costal, où il se confond avec la gaîne du grand droit.

Ce petit muscle surnuméraire est enveloppé d'une gaîne propre. Sur le même sujet, quelques faisceaux du grand pectoral d'un côté s'entrecroisent sur la ligne médiane avec les faisceaux homologes de grand pectoral du côté opposé.

III. — Signification anatomique du muscle présternal.

La première idée qui s'est offerte aux anatomistes, cherchant une interprétation rationnelle du muscle présternal, a été de rattacher ce faisceau musculaire au grand droit de l'abdomen. Ce dernier muscle, on le sait, se prolonge, chez certaines espèces, jusqu'aux premières côtes et même jusqu'à la clavicule ; le muscle présternal n'était que la reproduction anormale, chez l'homme, de ce prolongement thoracique, normal chez les Mammifères, d'où le nom de *sternalis brutorum,* qui lui a été donné et que lui donnent encore certains anatomistes, oubliant entièrement la situation et les connexions exactes de ce muscle.

Et d'abord, je le répète, le nom seul de *sternalis brutorum* consacre une erreur : le muscle présternal n'a été constaté jusqu'ici chez aucun mammifère. L'opinion qu'il représente n'est pas plus acceptable, et cela pour les raisons suivantes :

α) — Le muscle présternal ne se continue pas avec le grand droit, mais bien avec sa gaîne. Au point précis où les deux muscles sont le plus rapprochés, ils sont encore séparés par une aponévrose puissante : ils n'appartiennent donc pas à la même couche et, par suite, au même groupe anatomique.

β) — Chez les mammifères qui possèdent un muscle grand droit plus étendu que dans l'espèce humaine, ce muscle, en gagnant les premières côtes, se place *toujours* au-dessous du

grand pectoral et non sur les faisceaux antérieurs de ce muscle, où s'observe *toujours* le muscle présternal.

γ) — Il en est de même chez l'homme : lorsque, chez ce dernier, le muscle grand droit franchit ses limites classiques et vient chercher des attaches surnuméraires sur les 4°, 3°, 2° côtes, il s'abrite constamment sous la face profonde du grand pectoral.

δ) — Mais il est un argument qui me paraît avoir plus de valeur encore ; c'est celui-ci : le muscle présternal se rattache manifestement, en raison de ses connexions, au muscle sterno-cléido-mastoïdien, qui n'est pour ainsi dire que son prolongement cervical. Eh bien ! chez les animaux où le grand droit se prolonge jusqu'au cou, comme par exemple la grenouille, ce muscle vient se fusionner, non pas avec le sterno-mastoïdien, mais avec le sterno-hyoïdien, qui appartient à une couche sous-jacente.

Vainement les partisans de l'opinion contre laquelle je m'élève, invoqueront-ils, à l'appui de leur thèse, la présence d'intersections aponévrotiques transversales, constatées sur le muscle présternal, tout comme on les observe sur le muscle grand droit. Ces intersections aponévrotiques qui ne sont que la « continuation des coupures transversales du corps représentées en arrière par la série des vertèbres » (Broca), s'observent également sur le grand oblique et sur le sterno-mastoïdien, deux muscles qui n'appartiennent nullement au système du grand droit.

Le muscle présternal serait-il une continuation du sterno-mastoïdien ? Bourrienne (1), qui le premier a soutenu cette opinion, a été suivi dans cette voie par Theile et Henle. L'anatomie des mammifères, à laquelle on a demandé des arguments en faveur de cette dernière idée, n'a nullement répondu à l'attente des chercheurs. Sans doute il est des espèces, le *tatou*, le *castor*, l'*échidné*, par exemple (Meckel), chez lesquelles on voit le sterno-mastoïdien prolonger ses insertions au-dessous de la poignée du sternum. Mais il n'en est aucune qui présente un sterno-mastoïdien, descendant jusqu'à la gaine du grand droit. Toutefois, les connexions intimes constatées dans le plus

(1) Bourrienne. Journ. de méd., chir. et pharm., janvier, 1772, p. 45.

grand nombre de cas, entre le tendon inférieur du sterno-mastoïdien et le tendon d'origine du muscle présternal, ne nous permettent pas de rejeter sans appel l'opinion émise par Bourrienne : ce seul fait d'une continuité entre les tendons entraîne une certaine parenté des corps musculaires. Nous reviendrons dans un instant sur cette homologie, pour l'adopter en la complétant.

Je dois auparavant rappeler une opinion qui, au premier abord, paraît très soutenable : l'assimilation du muscle présternal au peaucier de l'homme, ou, ce qui est identique, au pannicule charnu des Mammifères. Le professeur Turner, qui se rattacherait volontiers à cette manière de voir, invoque en sa faveur les cas anormaux où l'on a vu le peaucier s'étendre, à une certaine distance au-dessous de la clavicule, sur la face antérieure du grand pectoral. Il rappelle les faits de muscles peauciers surnuméraires, apparaissant de temps à autre dans des régions dépourvues de muscles sous-cutanés; la présence, chez les animaux à peau très mobile, d'un pannicule charnu très développé sur la partie ventrale du corps; il rappelle encore le fait si intéressant de Teichmann qui, au dire de Henle, aurait vu quelques faisceaux du peaucier de l'homme passer d'un côté à l'autre, sur la face antérieure du sternum, tout comme ces présternaux singuliers dont j'ai déjà parlé qui, naissant d'un côté du thorax, se portaient en diagonale du côté opposé. Tous ces faits présentent sans doute un grand intérêt, mais ils me paraissent n'avoir dans le cas présent qu'une valeur très secondaire, si l'on songe que le muscle peaucier est situé, par rapport au présternal, sur un plan plus superficiel, et qu'entre l'un et l'autre, il existe la même cloison séparative que nous avons déjà constatée entre le présternal et le grand droit : une aponévrose. Cette objection, Turner l'a formulée lui-même à la fin de son travail, et il en a tellement bien reconnu la valeur, qu'il n'a même pas essayé d'y répondre. Le muscle présternal n'est pas plus une dépendance du peaucier qu'il n'est une dépendance du grand droit de l'abdomen.

Je ne citerai que pour mémoire l'assertion étrange d'Halbertsma (1), qui, désespéré de ne rencontrer dans la série des

(1) HALBERTSMA. Loc. cit., p. 164.

Mammifères aucun muscle homologue, considérait le muscle présternal comme un muscle particulier à l'espèce humaine. A mon sens, une telle opinion n'a pas besoin d'une longue réfutation. On aurait peine à comprendre qu'un muscle aussi inconstant dans sa forme, son volume, ses attaches, entrât, avec la valeur d'un organe type, dans une constitution anatomique où il n'a aucun rôle à jouer; et si telle était la vérité, nous devrions le rencontrer d'une façon à peu près constante : son absence et non sa présence devrait constituer l'anomalie.

Après avoir longuement médité sur la signification anatomique du muscle présternal, je hasarderai à cet égard l'interprétation suivante : en raison de ses connexions intimes avec le sterno-mastoïdien, le muscle présternal appartient manifestement à ce muscle; d'autre part, en raison de ses connexions indéniables, dans la pluralité des cas, avec l'aponévrose du grand oblique, il appartient non moins nettement au plus superficiel des muscles larges de l'abdomen. Ainsi, *le muscle présternal est une dépendance du sterno-mastoïdien par son extrémité supérieure, une dépendance du muscle grand oblique par son extrémité inférieure.*

Ces deux conclusions, qui sont en apparence contradictoires, sont cependant loin de s'exclure. Elles paraîtraient toutes naturelles, on le conçoit, si on pouvait rapprocher l'un de l'autre, en se plaçant au point de vue de l'anatomie philosophique, le muscle sterno-mastoïdien et le muscle grand oblique; en d'autres termes si l'on pouvait rattacher ces deux muscles au même système anatomique. C'est ce que je vais essayer de faire.

Constatons tout d'abord que ces deux muscles sont identiquement situés par rapport au tégument externe : nous les rencontrons en effet, l'un et l'autre, sous l'aponévrose superficielle. Les faisceaux musculaires de ces deux muscles ont la même direction : ils se portent également, dans les deux muscles, de haut en bas et d'arrière en avant. De plus, ils présentent en avant des insertions homologues, le grand oblique s'insérant sur la ligne blanche, le sterno-mastoïdien s'attachant sur la face antérieure du sternum qui est la continuation au thorax de la ligne blanche abdominale. Ajoutons que de part et d'autre il y a souvent, sur la ligne médiane, entre-croisement des fibres d'attache.

Identité de situation, identité de direction, identité d'insertion à la ligne axiale antérieure, voilà des faits acquis ; à eux seuls, ces faits, empruntés à l'anatomie humaine, nous fournissent déjà de fortes présomptions en faveur de l'homologie que nous cherchons à établir. La disposition suivante que nous fournit l'anatomie comparée change peut-être ces présomptions en certitude. Chez les *Serpents*, les fibres les plus antérieures du muscle grand oblique prennent leur attache jusque sur l'apophyse mastoïde ; elles se portent de là vers la surface ventrale de l'animal et constituent là un *rectus* superficiel. N'est-ce pas là la disposition exacte que nous offre chez l'homme le muscle présternal réuni à sa portion d'origine, le sterno-mastoïdien ? Or, le professeur Humphry (1), auquel j'emprunte ce fait, considère avec raison les faisceaux antérieurs du grand oblique comme représentant, chez les Serpents, le sterno-mastoïdien des Batraciens, des Oiseaux et des Mammifères.

Si nous cherchons maintenant à déterminer les raisons d'une différenciation si prononcée dans la morphologie de ces deux muscles, nous les trouverons dans l'apparition chez les Oiseaux et les Mammifères de deux éléments nouveaux, faisant défaut chez les Ophidiens : le sternum et les membres thoraciques.

L'apparition d'un membre sur la face latérale du tronc nous explique la scission de l'oblique externe des Serpents en deux muscles distincts. On conçoit en effet que le membre antérieur se détachant du thorax sous la forme d'un bourgeon sans cesse grandissant et entraînant avec lui son cortège de muscles propres, se soit fait une trouée à travers la nappe musculaire qui le recouvrait tout d'abord, rejetant en avant de lui les faisceaux les plus antérieurs du muscle, repoussant en arrière les faisceaux postérieurs : ces faisceaux ainsi séparés sont devenus en avant le sterno-mastoïdien, en arrière le grand oblique ou oblique externe. Remarquons en effet que, dans l'état actuel, cette différenciation effectuée, les deux portions disjointes du muscle primitif sont exactement séparées par l'espace qu'occupe l'organe perturbateur, le membre thoracique. En arrière, les insertions du sterno-mastoïdien et celles du grand oblique sont séparées par le trapèze et le grand dorsal (muscles appartenant au

(1) Humphry, Observations in Myology, Cambridge, 1872.

membre). De même, en avant, les insertions de ces deux mêmes muscles sont distantes d'une longueur égale à celle que présente la hauteur du grand pectoral, au niveau de ses insertions sterno-costales.

Mais pourquoi, dira-t-on, le sterno-mastoïdien ne descend-il pas chez nous jusqu'à l'abdomen, à la rencontre du grand oblique dont il n'est qu'un faisceau dissocié? L'apparition du sternum nous donne la raison de ce fait : les fibres musculaires qui primitivement descendaient sans obstacle de l'apophyse mastoïde vers la ligne blanche, rencontrant maintenant sur leur passage à la limite du cou et du thorax, d'une part la clavicule, d'autre part la poignée du sternum, ont pris sur ces portions osseuses ce que M. Sabatier (1) a si bien appelé des insertions secondaires ou consécutives (2). Comme conséquence naturelle, la portion présternale du muscle s'est atrophiée et a disparu comme s'atrophient et disparaissent tous les muscles inutiles. Mais l'anthropologie nous apprend que les formes disparues reparaissent de temps à autre chez les descendants. Il me paraît donc logique de considérer le muscle présternal de l'homme comme une reproduction, un retour du muscle que je viens de décrire, muscle depuis bien longtemps perdu, puisqu'il faut, pour le retrouver, descendre si bas dans la série zoologique.

(1) Sabatier. Comparaison des ceintures et des membres. Montpellier, 1880.

(2) Un exemple très net d'insertion consécutive nous est fourni par le muscle petit pectoral, qui primitivement s'insérait à l'acromion, sur le trochiter ou l'aponévrose du sus-épineux (disposition encore normale chez quelques Mammifères), et qui chez l'homme s'arrête aujourd'hui à l'apophyse coracoïde.

Le Propriétaire-gérant : Félix ALCAN.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

CONTRIBUTION

A LA

MÉCANIQUE DES MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR
CHEZ L'HOMME

Par le Dr A. IMBERT,
Professeur agrégé à la Faculté de Lyon.

---

1. — L'étude rationnelle des actions mécaniques des divers muscles du membre supérieur n'a pas encore été faite, croyons-nous, d'une manière satisfaisante.

M. Schlagdenhauffen a publié, il est vrai, dans ce *Journal*, en 1872 et 1873 un Mémoire sur ce sujet; mais le problème n'y est traité que dans un cas particulier et pour certains muscles seulement; en outre des erreurs de signes et une discussion incomplète des formules ont conduit l'auteur à des conséquences que nous croyons discutables.

Il nous paraît donc utile de reprendre la question avec plus de généralité, et d'indiquer les conclusions intéressantes auxquelles conduit cet ordre d'études.

2. — Le membre supérieur offre à considérer un assez grand nombre de muscles que l'on peut ranger en plusieurs catégories; cette division est justifiée par les différences qui existent entre les mouvements que ces muscles produisent en se contractant.

Si l'on se place à ce point de vue, il y a lieu de distinguer :

I. — *Les muscles à rotation transversale*, c'est-à-dire qui déterminent un mouvement autour d'une droite perpendiculaire à l'axe de l'os.

Cette classe comprend :

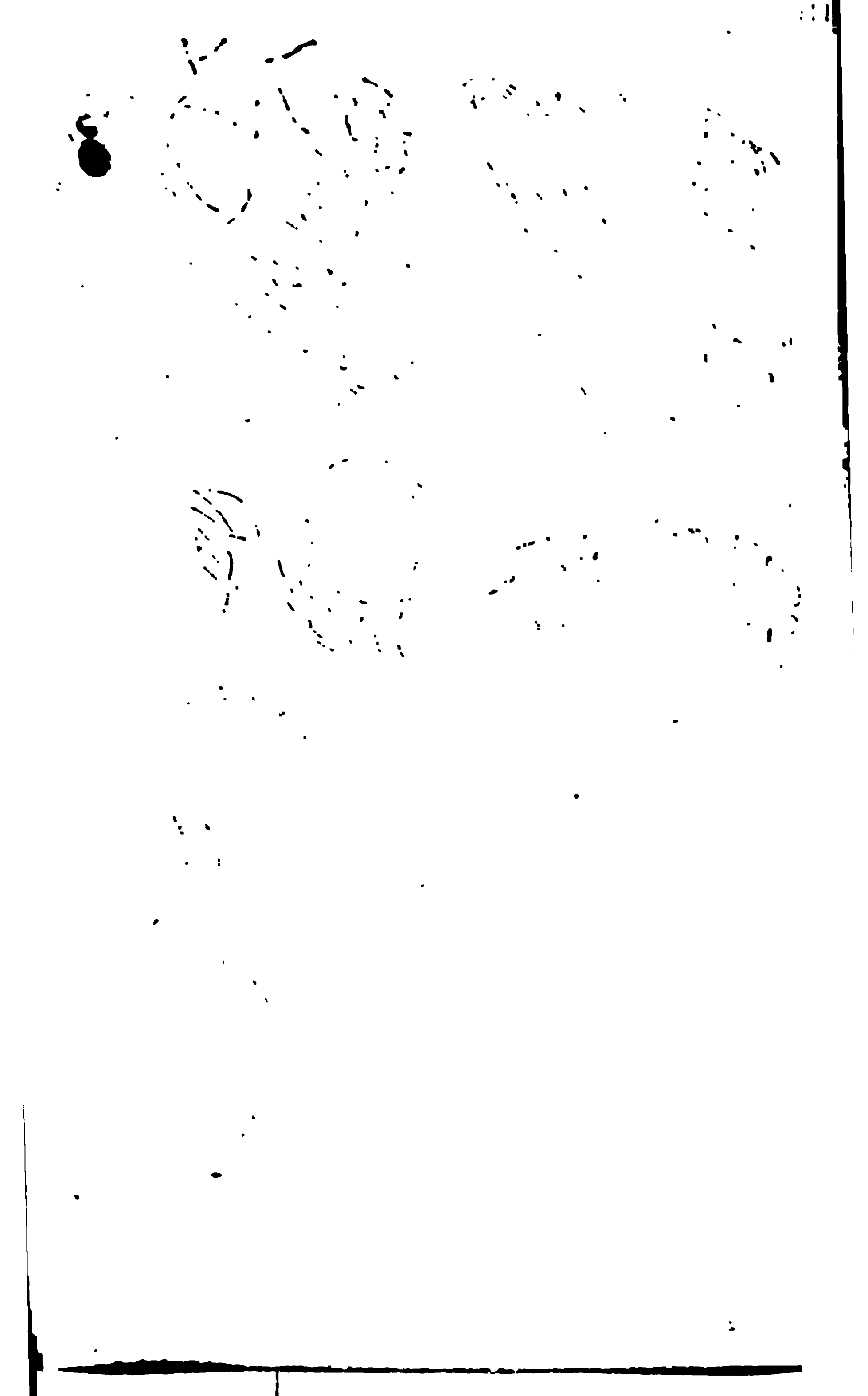
1° *Les fléchisseurs et extenseurs à action simple;* tels sont le triceps huméral et le brachial antérieur.

2° *Les fléchisseurs et extenseurs à action multiple;* le type des muscles de cette classe nous est fourni par les fléchisseurs et les extenseurs communs des doigts.

II. — *Les muscles à rotation axiale*, c'est-à-dire qui com-


Fig 1
Fig 3





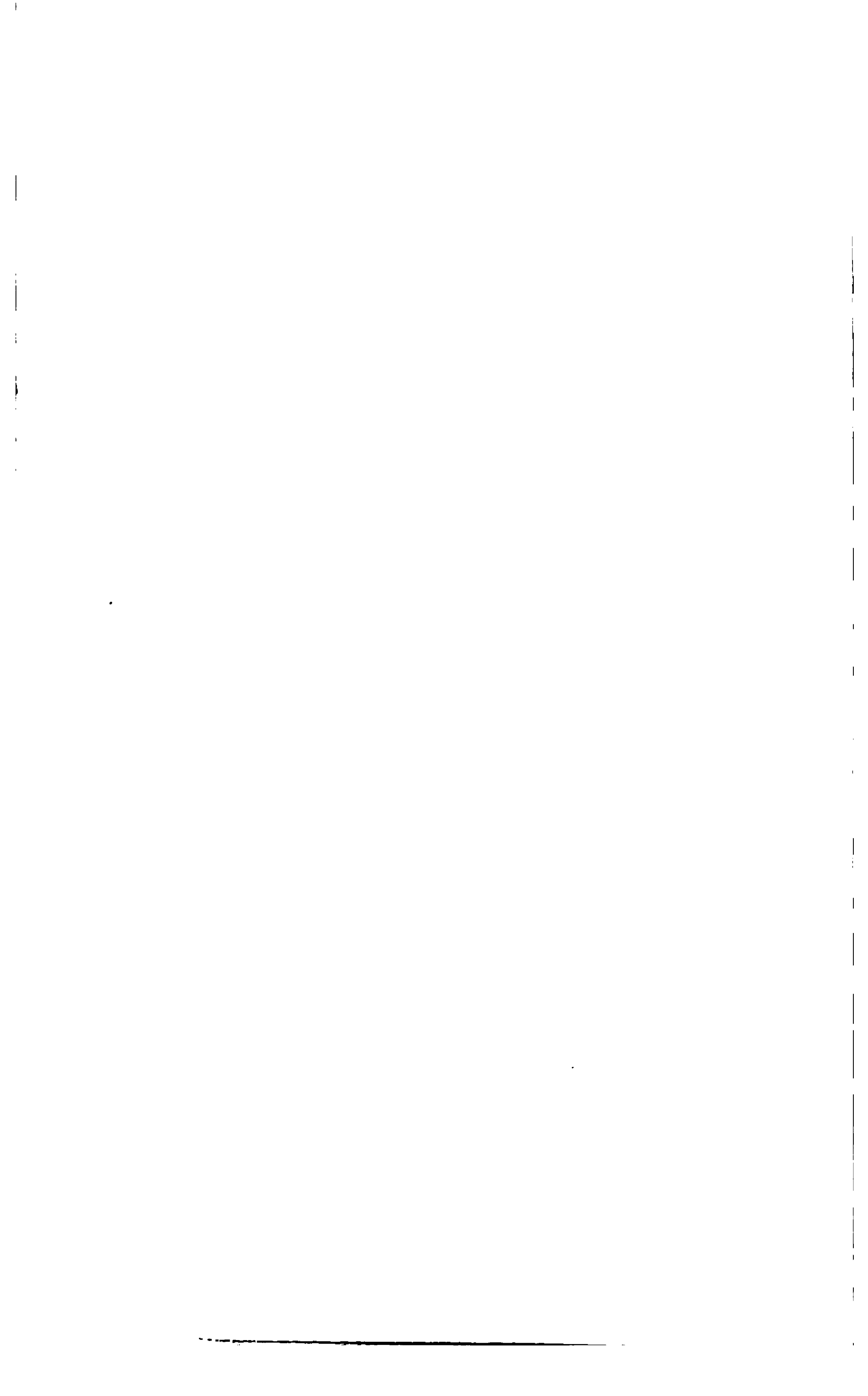



Fig. 4



Fig 3

R

rs
s-
l,
'y
es
n-
es
us
x-
id
s;
re
t.
:
re
le
es
es

CONTRIBUTION

A LA

MÉCANIQUE DES MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR

CHEZ L'HOMME

Par le Dr A. IMBERT,
Professeur agrégé à la Faculté de Lyon.

---

1. — L'étude rationnelle des actions mécaniques des divers muscles du membre supérieur n'a pas encore été faite, croyons-nous, d'une manière satisfaisante.

M. Schlagdenhauffen a publié, il est vrai, dans ce *Journal*, en 1872 et 1873 un Mémoire sur ce sujet ; mais le problème n'y est traité que dans un cas particulier et pour certains muscles seulement; en outre des erreurs de signes et une discussion incomplète des formules ont conduit l'auteur à des conséquences que nous croyons discutables.

Il nous paraît donc utile de reprendre la question avec plus de généralité, et d'indiquer les conclusions intéressantes auxquelles conduit cet ordre d'études.

2. — Le membre supérieur offre à considérer un assez grand nombre de muscles que l'on peut ranger en plusieurs catégories; cette division est justifiée par les différences qui existent entre les mouvements que ces muscles produisent en se contractant.

Si l'on se place à ce point de vue, il y a lieu de distinguer :

I. — *Les muscles à rotation transversale*, c'est-à-dire qui déterminent un mouvement autour d'une droite perpendiculaire à l'axe de l'os.

Cette classe comprend :

1° *Les fléchisseurs et extenseurs à action simple ;* tels sont le triceps huméral et le brachial antérieur.

2° *Les fléchisseurs et extenseurs à action multiple ;* le type des muscles de cette classe nous est fourni par les fléchisseurs et les extenseurs communs des doigts.

II. — *Les muscles à rotation axiale*, c'est-à-dire qui com-

CONTRIBUTION
A LA
MÉCANIQUE DES MUSCLES DU MEMBRE SUPÉRIEUR
CHEZ L'HOMME

Par le Dr A. IMBERT,
Professeur agrégé à la Faculté de Lyon.

---

1. — L'étude rationnelle des actions mécaniques des divers muscles du membre supérieur n'a pas encore été faite, croyons-nous, d'une manière satisfaisante.

M. Schlagdenhauffen a publié, il est vrai, dans ce *Journal*, en 1872 et 1873 un Mémoire sur ce sujet ; mais le problème n'y est traité que dans un cas particulier et pour certains muscles seulement; en outre des erreurs de signes et une discussion incomplète des formules ont conduit l'auteur à des conséquences que nous croyons discutables.

Il nous paraît donc utile de reprendre la question avec plus de généralité, et d'indiquer les conclusions intéressantes auxquelles conduit cet ordre d'études.

2. — Le membre supérieur offre à considérer un assez grand nombre de muscles que l'on peut ranger en plusieurs catégories ; cette division est justifiée par les différences qui existent entre les mouvements que ces muscles produisent en se contractant.

Si l'on se place à ce point de vue, il y a lieu de distinguer :

I. — *Les muscles à rotation transversale*, c'est-à-dire qui déterminent un mouvement autour d'une droite perpendiculaire à l'axe de l'os.

Cette classe comprend :

1° *Les fléchisseurs et extenseurs à action simple ;* tels sont le triceps huméral et le brachial antérieur.

2° *Les fléchisseurs et extenseurs à action multiple ;* le type des muscles de cette classe nous est fourni par les fléchisseurs et les extenseurs communs des doigts.

II. — *Les muscles à rotation axiale*, c'est-à-dire qui com-

muniquent à l'os sur lequel ils agissent, un mouvement de rotation autour de son axe ou du moins autour d'une ligne faisant un petit angle avec cet axe.

Les pronateurs et les supinateurs appartiennent à cette catégorie. De tels muscles sont caractérisés par l'enroulement de leur tendon ou de leurs fibres sur la surface de l'os qu'ils doivent faire mouvoir; cet enroulement peut d'ailleurs être hélicoïdal, comme pour le biceps lorque l'avant-bras est en pronation et pour le rond pronateur, ou circulaire, comme pour le carré pronateur.

I. — Muscles a rotation transversale.

3. — ***Muscles fléchisseurs à action unique.*** — Prenons comme exemple le brachial antérieur.

Soient : AB (fig. 1), l'humérus dans une position quelconque faisant un angle β avec la verticale;

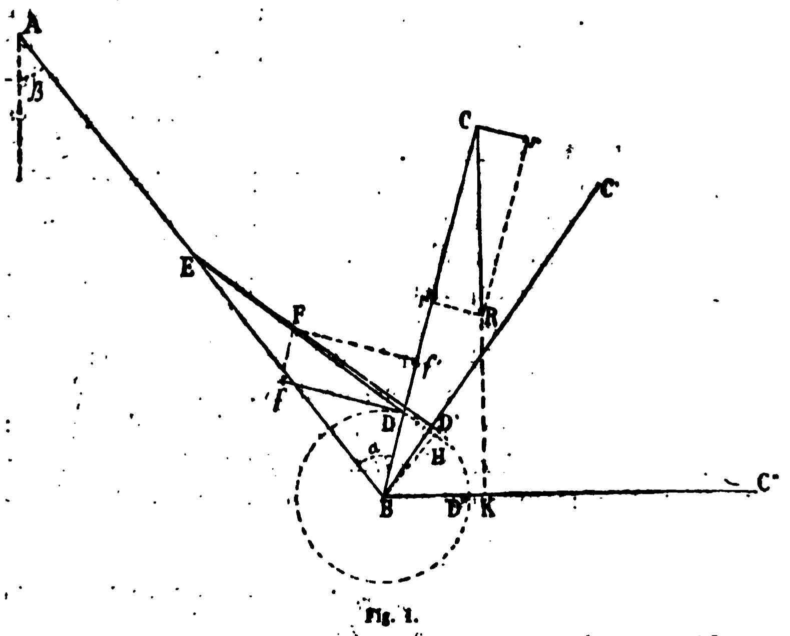


Fig. 1.

BC, la direction de l'avant-bras faisant un angle α avec l'humérus;

E, le point moyen d'insertion supérieure des fibres du brachial antérieur;

D, le point moyen d'insertion de ces mêmes fibres sur l'avant-bras.

Représentons par F la force de contraction musculaire, et par R la résistance à vaincre, c'est-à-dire le poids d'un corps à soulever.

Décomposons chacune de ces forces en deux autres, l'une dirigée suivant BC, l'autre perpendiculaire à cette direction. Parmi ces quatre composantes, deux seulement, f et r, sont à considérer si l'on cherche la condition d'équilibre de l'avant-bras. Les deux autres, f' et r', que l'on peut transporter en B, tendent à élever ou à abaisser l'humérus en le faisant tourner autour de l'articulation scapulo-humérale A.

Si l'humérus doit rester immobile, ce que nous supposerons toujours dans la suite, il faudra détruire l'action de ces composantes f' et r' en faisant intervenir des muscles qui puissent produire des mouvements inverses, c'est-à-dire en contractant les sus-épineux, sous-épineux, etc. Ces deux forces sont d'abord dirigées en sens inverse l'une de l'autre, comme le montre la figure. La première f' s'annule lorsque la direction ED' de la force musculaire est tangente à la circonférence décrite par le point D pendant la rotation de l'avant-bras; la seconde r' est égale à zéro lorsque l'avant-bras est perpendiculaire à la direction de la résistance, en BC''. Dans l'intervalle de ces deux positions BC' et BC'' de l'avant-bras, les deux forces f' et r' sont de même sens; au delà de la position BC'', elles sont de nouveau de sens inverse.

Il est indifférent, dans la recherche des valeurs que doit prendre F pour soulever le poids R d'un mouvement uniforme, de connaître le sens de la résultante de deux forces f' et r'; ces forces, en effet, n'interviennent en rien pour régler l'énergie de la contraction musculaire; il nous suffit de savoir qu'elles existent, qu'elles tendent à faire tourner l'humérus et qu'elles nécessitent en général l'intervention des muscles de l'épaule pour maintenir la fixité du bras. Nous n'en chercherons donc pas les valeurs qui, pour f' du moins, sont assez compliquées.

Remarquons toutefois que si l'on veut, non pas faire équilibre au poids R, mais soulever ce poids, il y a avantage à laisser agir les composantes f' et r' aussi longtemps que leur résultante sera dirigée suivant BC, puisqu'elles tendent alors à élever l'hu-

mérus et par suite à porter plus haut l'avant-bras et le poids que la main soutient.

Ces remarques sont aussi applicables au cas où l'humérus est incliné en arrière de la verticale, au lieu d'être incliné en avant comme nous l'avons supposé, ou si la résistance R a une direction quelconque, mais invariable.

4. — En somme, la considération des composantes f' et r' nous a fait connaître la condition d'équilibre de l'humérus; l'étude des forces f et r, nous donnera celle de l'avant-bras. Il suffit pour cela d'écrire l'égalité des moments de ces forces par rapport au centre B de rotation :

$$f \times BD = r \times BC.$$

Après avoir exprimé f et r en fonction de F, R, α et β, on tirera de cette équation la valeur de F.

On arrive plus simplement au même résultat en écrivant l'égalité des moments des forces primitives F et R, par rapport au même point B; cette équation, comme la précédente, ne tient compte que du mouvement de rotation de l'avant-bras. On a ainsi :

$$(1) \qquad F \times BH = R \times BK.$$

Posons $BC = a$, $EB = b$, $BD = c$. L'angle BCK étant égal à $\alpha - \beta$, le triangle BCK donne :

$$BK = a \sin(\alpha - \beta).$$

Le triangle EHB donne de même :

$$BH = b \sin BEH.$$

Mais on a dans le triangle EBD :

$$\frac{BD}{\sin BED} = \frac{ED}{\sin EBD},$$

ou

$$\frac{c}{\sin BED} = \frac{ED}{\sin \alpha},$$

et

$$ED = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}.$$

De ces deux équations on tire :

$$\sin BED = \frac{c \sin \alpha}{\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}};$$

Ce qui donne pour BH la valeur,

$$BH = \frac{bc \sin \alpha}{\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha}}.$$

En substituant à B H et B K leur valeur dans l'équation (1), il vient :

$$(2)\qquad \frac{F\, bc \sin \alpha}{\sqrt{b^2 + c^2 - 2\, bc \cos \alpha}} = R\, a \sin (\alpha - \beta);$$

d'où :

$$(3)\qquad F = \frac{R\, a}{b\, c} \frac{\sin (\alpha - \beta) \sqrt{b^2 + c^2 - 2\, bc \cos \alpha}}{\sin \alpha}.$$

5. — Discussion. A. — Dans le cas particulier où $\beta = o$, c'est-à-dire où l'humérus est maintenu vertical, la valeur de F se réduit à :

$$(4)\qquad F = \frac{R\, a}{b\, c} \sqrt{b^2 + c^2 - 2\, bc \cos \alpha}.$$

Cette formule peut d'ailleurs être établie directement en suivant une marche identique à celle qui nous a donné la valeur générale de F; elle montre que *la force musculaire à développer va constamment en augmentant lorsque* α *varie de* 0 *à* 180.

Remarque I. — Les valeurs extrêmes de F s'obtiennent en faisant successivement $\alpha = 0$ et $\alpha = 180$; on trouve ainsi :

pour $\alpha = 180$ $\qquad F' = \frac{R\, a}{b\, c} (b + c)$

pour $\alpha = 0$ $\qquad F'' = \frac{R\, a}{b\, c} (b - c)$

Telles sont les valeurs entre lesquelles varie la force musculaire du brachial antérieur pendant que l'avant-bras effectue une rotation de 180° en soulevant le poids R d'un mouvement uniforme.

Dans les deux positions extrêmes de l'avant-bras, les deux forces F et R sont de sens contraire; si elles ne sont pas alors égales entre elles, cela tient à ce que ces forces n'ont pas à se faire équilibre d'une manière absolue, mais seulement en ce qui concerne le mouvement de rotation autour du point B; l'équation primitive (1) exprime en effet uniquement que ce mouvement de rotation n'existe pas; l'avant-bras est en équilibre, par suite de la fixité du point B, si α est égal à 0° ou à 180° et si les forces qui agissent sur lui sont dirigées suivant sa propre direction, que ces forces d'ailleurs soient de même sens ou de sens contraire, égales ou inégales entre elles.

Remarque II. — La force F est proportionnelle au poids R à soulever et à la longueur a de l'avant-bras.

En introduisant le produit bc sous le radical et simplifiant, l'expression de F devient :

$$F = Ra\sqrt{\frac{1}{b}\left(\frac{1}{b} - \frac{2\cos\alpha}{c}\right) + \frac{1}{c^2}}.$$

On peut alors, en tenant compte du signe de la quantité entre parenthèse sous le radical, voir comment F varie avec b pour les diverses valeurs de α. Ces conclusions peuvent être mises directement en évidence sur la figure.

Remarque III. — On peut donner de la composante rotatoire f une valeur très simple. On a en effet dans le triangle fDF :

$$f = F\cos f\,D\,F = F\sin E\,D\,C = F\sin E\,D\,B.$$

mais le triangle EBD donne :

$$\frac{b}{\sin EDB} = \frac{ED}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}}{\sin\alpha}$$

remplaçant F et sin EBD par leur valeur dans l'expression de f, il vient, après simplification :

$$f = \frac{Ra}{c}\sin\alpha.$$

On voit que cette composante augmente de $\alpha = 0$ à $\alpha = 90$ et diminue ensuite de $\alpha = 90$ à $\alpha = 180$.

B. — Revenons à la valeur de F correspondant à une valeur quelconque de β :

$$(3) \qquad F = \frac{Ra}{bc}\,\frac{\sin(\alpha-\beta)\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}}{\sin\alpha}$$

Cette formule montre d'abord que F est négatif pour toute valeur de α et inférieure à β ; cela tient à ce que, dans ces conditions, la force R communique à l'avant-bras une rotation de même sens que la rotation due à la contraction du muscle considéré. Les valeurs négatives de F nous montrent donc que l'équilibre ne peut exister que si la force musculaire change de sens ; ce résultat est obtenu dans la pratique en faisant intervenir non plus le brachial, mais un muscle antagoniste, le triceps. Si nous n'avons en vue que l'action du brachial, les seules

valeurs de α utiles à considérer sont les valeurs supérieures à β.

En développant $\sin(\alpha - \beta)$ et simplifiant, on peut mettre la formule (3) sous la forme :

$$F = \frac{Ra}{bc}\left(\cos\beta - \frac{\sin\beta}{\operatorname{tg}\alpha}\right)\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}$$

On voit que chacun des deux facteurs

$$\cos\beta - \frac{\sin\beta}{\operatorname{tg}\alpha} \quad \text{et} \quad \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}$$

augmente quand α augmente; donc : *la force musculaire croît constamment lorsque α varie de β à 180*; ce résultat est identique à celui que nous avons obtenu dans le cas où l'humérus est supposé vertical.

Remarque I. — Il est intéressant de comparer entre elles les valeurs que doit prendre la force de contraction musculaire suivant que l'humérus est vertical ou non.

Si l'humérus est incliné en avant, c'est-à-dire si l'articulation du coude est en avant du plan médian transversal du corps, ce que nous avons supposé sur la figure (1), il suffit, pour faire cette comparaison, de prendre le rapport des expressions (3) et (4); on voit ainsi qu'il y aura avantage à maintenir l'humérus incliné tant que l'on aura

$$\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin\alpha} < 1,$$

ou

$$\alpha < 90^\circ + \frac{\beta}{2}.$$

Lorsque $\alpha = 90^\circ + \frac{\beta}{2}$, la force de contraction à développer pour faire équilibre au poids R est la même, que l'humérus soit vertical ou qu'il fasse avec la verticale un angle β; enfin, pour $\alpha > 90^\circ + \frac{\beta}{2}$, il y a avantage à ne pas incliner l'humérus.

Les résultats de cette comparaison changent si l'humérus a une inclinaison inverse, c'est-à-dire si l'angle β doit être compté en arrière de la verticale. La valeur générale de F est, en effet, dans ce cas :

$$(5) \qquad F = \frac{Ra}{bc} \frac{\sin(\alpha + \beta)\sqrt{b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha}}{\sin\alpha}.$$

En prenant le rapport des expressions (5) et (4), on verra que :

il y aura avantage ou non à maintenir l'humérus incliné en arrière suivant que α sera supérieur ou inférieur à $90 - \frac{\beta}{2}$.

Remarque II. — Si enfin on compare les efforts musculaires pour deux valeurs de β égales, mais de sens contraire, la condition

$$\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \beta)} < 1$$

donne $$\alpha > 90^\circ;$$

donc : quel que soit β, il y aura avantage à incliner l'humérus en avant pour toutes les valeurs de α inférieures à 90, et en arrière pour toutes celles qui dépassent cette limite.

Remarque III. — On montrerait, comme dans le cas où $\beta = 0$, que la force F est proportionnelle à R et à a, et comment elle varie avec b.

Remarque IV. — La valeur de la composante rotatoire f, calculée comme lorsque l'humérus est vertical, est :

$$f = \frac{Ra}{c} \sin(\alpha \mp \beta)$$

C. — Si la direction de la résistance R n'est pas verticale, comme nous l'avons supposé, les conclusions précédentes subsistent encore, β représentant alors l'angle de l'humérus avec la direction de cette force.

6. — *Muscles extenseurs à action unique.* — Considérons le triceps dont les points moyens d'insertion sont en E sur l'humérus (fig. 2) et en D sur l'olécrane. Ce muscle intervient, par exemple, lorsqu'on a à soulever un poids par l'intermédiaire d'une poulie fixe. La résistance est alors une force R dirigée de bas en haut suivant la direction du cordon de la poulie que nous supposerons d'abord verticale.

Décomposons encore cette résistance R et la force F de contraction du muscle en deux autres, l'une dirigée suivant DC, l'autre perpendiculaire à cette direction. Comme dans le cas du brachial antérieur, les deux composantes f et r interviennent seules pour produire un mouvement de rotation de l'avant-bras. Les deux autres, f' et r', que l'on peut encore transporter en B, tendent à faire tourner l'humérus ; si cet os doit rester

immobile, comme nous le supposons, il sera nécessaire de détruire l'effet de ces forces par l'intervention de tels ou tels muscles de l'épaule.

Les deux composantes f' et r' sont d'abord de même sens,

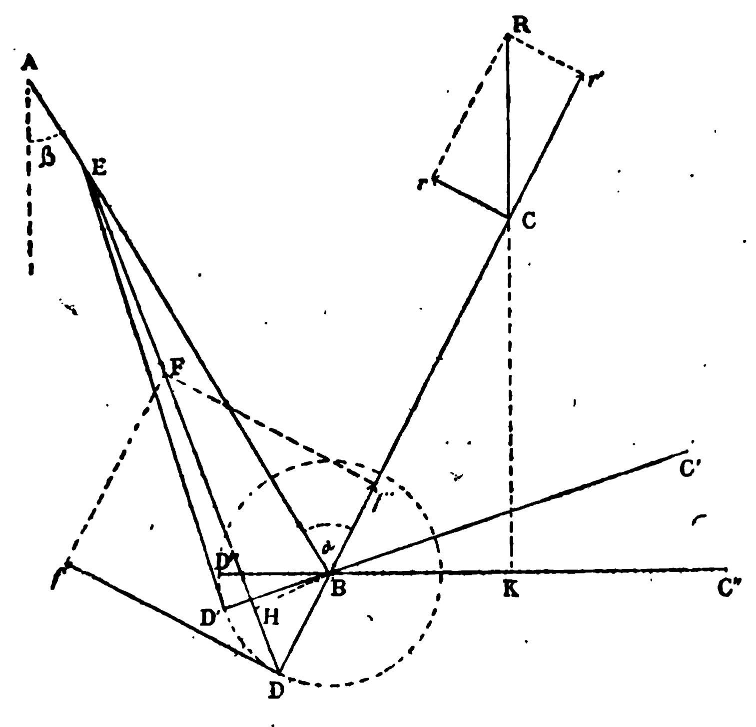


Fig. 2.

comme le montre la figure; leur intensité va en diminuant lorsque l'angle α augmente et devient nulle pour chacune d'elles lorsque l'avant-bras est dans une position telle qu'il soit perpendiculaire à la force qui leur donne naissance; au delà de ces positions, le sens de ces composantes change. D'après cela f s'annule lorsque l'avant-bras est en $D'C'$, c'est-à-dire lorsque la force musculaire est tangente à la circonférence décrite par l'extrémité D de l'olécrane; r' s'annule au contraire lorsque l'avant-bras est horizontal en $D''C''$. Pour toute position intermédiaire entre $D'C'$ et $D''C''$, les deux composantes f' et r' sont de sens contraire, et puisque, dans cet intervalle, f' va en augmentant à partir de zéro tandis que r' tend vers zéro, il existe

une position de l'avant-bras pour laquelle f' et r' sont égales et directement opposées. A ce moment l'intervention des muscles de l'épaule est inutile. Lorsque cette position est dépassée, les deux composantes sont de nouveau dirigées dans le même sens et tendent toutes deux à abaisser l'humérus; si l'on veut que ce dernier conserve encore sa direction primitive, l'intervention de nouveaux muscles antagonistes deviendra nécessaire, mais si l'on veut soulever le poids R et par suite abaisser l'extrémité C de l'avant-bras, il y aura avantage à laisser alors les forces f' et r' produire leur action.

La condition d'équilibre de l'avant-bras s'obtient encore en écrivant que les moments des forces F et R, par rapport au centre de rotation B sont égaux, ce qui donne :

$$F \times BH = R \times BK.$$

En employant les mêmes notations que tantôt et calculant les bras du levier BH et BK d'une manière analogue, on trouve pour valeur générale de F :

$$(6) \qquad F = \frac{Ra}{bd} \frac{\sin(\alpha - \beta)\sqrt{b^2 + d^2 + 2bd\cos\alpha}}{\sin\alpha}$$

d représentant la distance du point d'insertion D sur l'olécrane à l'axe de rotation B.

7. — Discussion. A. — Si $\beta = o$, c'est-à-dire si l'humérus est maintenu vertical, seul cas considéré par M. Schlagdenhauffen, la valeur de F se réduit à

$$(7) \qquad F = \frac{Ra}{bd}\sqrt{b^2 + d^2 + 2bd\cos\alpha}$$

Cette formule peut encore être établie directement; elle montre que :

L'humérus étant vertical, la force musculaire à développer par le triceps va constamment en diminuant lorsque α varie de 0 à 180.

M. Schlagdenhauffen trouve au contraire qu'elle devient maximum lorsque l'avant-bras est horizontal; son erreur provient, d'abord de ce qu'il a omis d'affecter du signe — les coordonnées du point D qui sont négatives, ensuite de ce qu'il n'a pas donné à la variable qui entre dans son expression de F les

valeurs négatives qu'elle doit cependant recevoir. La formule de M. Schlagdenhauffen devient, après correction :

$$F = \frac{Ra}{bd}\sqrt{b^2 + d^2 + \frac{2\,bd}{a}y'}$$

où y est l'ordonnée du point C par rapport à des axes horizontal et vertical passant par le point B ; en faisant varier y' depuis $+a$ jusqu'à $-a$, elle conduit aux mêmes résultats que la formule (7).

Remarque I. — Les valeurs extrêmes de F sont :

$$F' = \frac{Ra}{bd}(d + b) \quad \text{pour } \alpha = 0^\circ$$

$$F'' = \frac{Ra}{bd}(b - d) \quad \text{pour } \alpha = 180^\circ;$$

on ferait voir, comme pour le brachial antérieur, que ces valeurs ne sauraient être égales à R bien que la force musculaire et la résistance soient alors toutes deux dirigées suivant l'avant-bras.

Remarque II. — La force musculaire F est proportionnelle à la résistance R et à la longueur de l'avant-bras ; en mettant la valeur de F sous la forme

$$F = Ra\sqrt{\frac{1}{d^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{2\cos\alpha}{bd}}$$

on voit que cette force diminue lorsque b ou d augmentent. Donc, lorsqu'on doit soulever le poids R par l'intermédiaire du triceps, il y a avantage à ce que l'humérus et la saillie de l'olécrane soient plus longs, désavantage à ce que l'avant-bras ait une longueur plus grande.

Remarque III. — La composante rotatoire f, calculée comme dans le cas du brachial antérieur est :

$$f = \frac{Ra}{d}\sin\alpha$$

elle augmente de $\alpha = 0^\circ$ à $\alpha = 90^\circ$ et diminue de $\alpha = 90^\circ$ à $\alpha = 180^\circ$.

B. — Supposons que l'humérus fasse un angle quelconque β avec la verticale ; pour les raisons données déjà nous n'avons à nous occuper que des valeurs de F correspondantes à des valeurs de α supérieures à β.

Bien que l'expression générale de F soit identique, à un signe près, à celle trouvée pour le brachial, l'étude complète en est cependant beaucoup plus difficile, car elle dépend de la résolution d'une équation du 6ᵉ degré ; il ne nous paraît donc pas possible de la discuter d'une manière générale. Le seul procédé que l'on pourrait employer consisterait à déterminer graphiquement les valeurs de F données par l'équation

$$F = R\frac{BK}{BH}.$$

Pour chaque valeur particulière de β, on construirait alors une courbe polaire dont l'argument serait l'angle α et le rayon vecteur les valeurs correspondantes de F.

Remarques. — La comparaison des valeurs de F suivant que l'humérus est incliné en avant ou en arrière de la verticale, ou qu'il est vertical, conduit aux mêmes conséquences que pour le brachial antérieur.

La force F varie avec R, a, b, d, comme dans le cas où $\beta = 0$.

La valeur de la composante rotatoire f, calculée comme nous l'avons indiquée déjà, est

$$f = \frac{Ra}{d}\sin(\alpha - \beta)$$

C.—Toutes les conclusions précédentes sont vraies encore dans le cas où le cordon de la poulie n'est pas vertical, β représentant alors l'angle de l'humérus avec la direction de ce cordon.

8. — *Muscles extenseurs et fléchisseurs à action multiple.* — Nous entendons par là les muscles dont les tendons, avant de se fixer sur un levier osseux, franchissent les articulations d'autres os sur lesquels ils n'ont pas de points d'insertion ; c'est ce qui les distingue essentiellement des muscles que nous venons de considérer. Le long chef du biceps est un de ces muscles à action multiple, mais un exemple plus remarquable est fourni par le fléchisseur superficiel, le fléchisseur profond et l'extenseur commun des doigts.

L'action multiple de ces muscles peut être expliquée de la manière suivante :

Considérons, par exemple, le cas de l'extenseur commun. Les tendons de ce muscle, en passant sur les articulations du carpe, du métacarpe et des phalanges, sont maintenus en place par leur gaîne et par les ligaments articulaires ; quelle que soit la

position des leviers osseux consécutifs, les tendons restent toujours à la même distance d du centre de l'articulation qu'ils franchissent; les choses se passent donc comme si chaque articulation était remplacée par une poulie, de rayon d, située dans le plan des axes des deux os qui s'articulent; on obtient ainsi une sorte de mouffle dans lequel le centre de chaque poulie constituante décrit un arc de cercle autour du centre de la précédente.

Soient A et B (fig. 3) les insertions du muscle, C, C′, C″, les

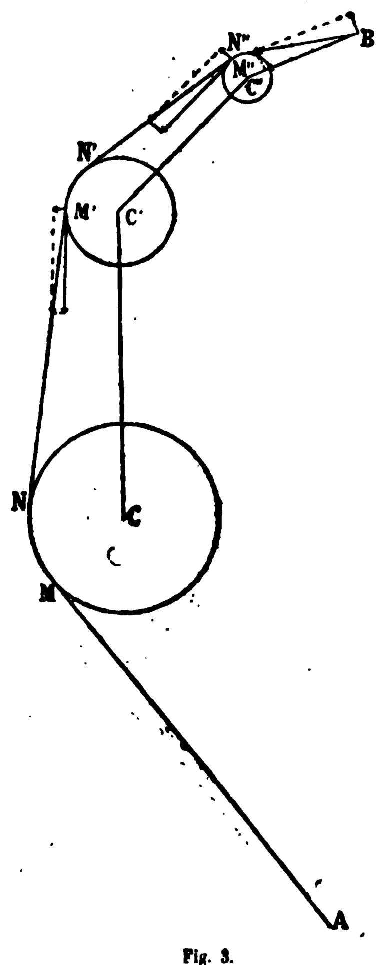


Fig. 3.

centres des poulies par lesquelles nous remplaçons les articulations successives; pour plus de généralité et afin de nous rap-

procher davantage des conditions réelles, nous supposerons les rayons de ces poulies inégaux.

Le cordon, ou mieux le tendon qui passe sur chacune de ces poulies est partout également tendu ; on peut donc remplacer les portions MA, M'N, M''N', BN'' de ce tendon par autant de forces égales à la force de contraction du muscle. Chacune de ces forces peut être décomposée en deux autres, l'une parallèle à l'axe de l'os à l'extrémité duquel elle agit, l'autre perpendiculaire à cet axe. La première de ces composantes a pour effet d'appliquer chaque pièce mobile contre l'articulation autour de laquelle elle tourne ; la seconde engendre un mouvement de rotation. D'où cet avantage, à savoir que :

L'effet produit pour l'extenseur commun est précisément celui que l'on obtiendrait en appliquant à chaque levier osseux une force égale à la force de contraction de ce muscle.

Mais nous allons montrer qu'inversement il y a désavantage sous le rapport de la grandeur de l'angle dont tourne chaque pièce mobile.

Supposons, en effet, qu'un muscle agisse sur un seul bras de

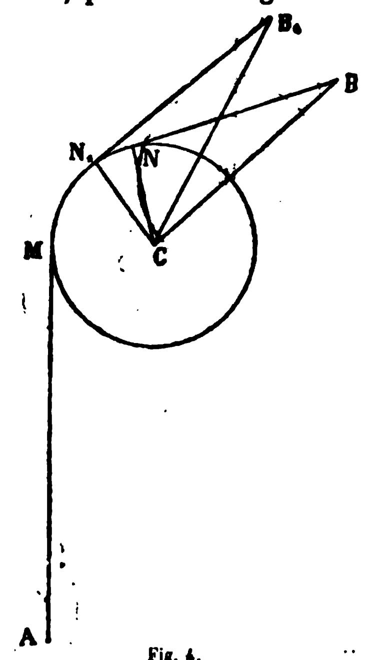


Fig. 4.

levier CB (fig. 4) et qu'il vienne à se raccourcir, par contraction,

d'une longeur L. Le levier osseux CB aura tourné d'un angle BCB_1; la figure montre que le raccourcissement L est égal à

$$AM + \text{arc}\, MN + NB - (AM + \text{arc}\, MN_1 + N_1B_1) = \text{arc}\, N_1N$$

Les angles N_1CN, B_1CB étant égaux, il en résulte que la longueur dont le muscle s'est raccourci est égal à l'arc qui soustend l'angle dont l'os a tourné, dans une circonférence de rayon égal à celui de la poulie; appelons α cet angle et R ce rayon, on aura :

$$L = \frac{\pi R \alpha}{180}.$$

Soit maintenant le même muscle se raccourcissant de la même longueur L et agissant sur les articulations C, C', C'', (fig. 3); nous avons montré qu'il se produit une rotation autour de chacune d'elles; par suite la longueur de tendon enroulé sur chaque poulie a diminué, sur chacune d'elles, de longueurs que nous supposerons inégales et que nous représenterons par l, l', l''; on aura évidemment :

(8) $$l + l' + l'' = L.$$

Soient β, β', β'', les angles dont chaque levier osseux a tourné r, r', r'' les rayons des poulies de centre C, C', C''; on aura comme tantôt :

$$l = \frac{\pi r \beta}{180}.$$

$$l' = \frac{\pi r' \beta'}{180},$$

$$l'' = \frac{\pi r'' \beta''}{180};$$

d'où, en portant dans l'équation (8) et simplifiant :

(9) $$r\beta + r'\beta' + r''\beta'' = R\alpha$$

Si l'on remarque que $r\beta$, $r'\beta'$, $r''\beta''$, $R\alpha$, représentent les nombres de degrés des divers arcs qui dans une circonférence de rayon égal à l'unité ont des longueurs respectivement égales à l, l', l'', L, on peut dire que :

La somme des angles dont tourneraient les diverses pièces mobiles si les raccourcissements partiels l, l', l'' dont la somme est égale à L, se produisaient sur une série de poulies de rayon 1

est égale à l'angle dont tournerait un levier unique si le même raccourcissement L *se produisait sur une poulie de rayon égal à l'unité.*

La même conclusion est applicable aux muscles fléchisseurs des doigts.

Les bras de leviers sur lesquels agissent les forces par lesquelles nous avons remplacé le tendon et qui sont chacune égale à la force musculaire, restent constants pendant toute la durée du mouvement; ces bras ne sont autres en effet que les rayons des poulies successives que nous avons substituées aux diverses articulations. Il en résulte que *la force musculaire est proportionnelle au moment de la résistance à vaincre.*

II. — Muscles a rotation axiale.

9. — La question est plus ou moins complexe suivant que l'on considère tel ou tel muscle de cette classe.

Soit d'abord le carré pronateur; considérons une section de l'avant-bras menée au niveau des fibres de ce muscle, perpendiculairement à l'axe de rotation du radius, c'est-à-dire à la ligne qui joint le centre de la tête du radius à l'extrémité inférieure de l'axe géométrique du cubitus. Nous supposerons que les sections des os de l'avant-bras, faites par le plan ainsi mené, sont deux cercles C et R (fig. 5) et que les fibres du carré pro-

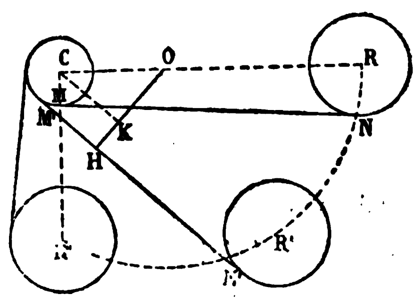


Fig. 5.

nateur sont parallèles à ce plan et par suite représentées, en projection, par la tangente commune MN aux deux circonférences précédentes. Soit en outre O la projection de l'axe, autour duquel tourne le radius, sur le plan sécant que nous prenons pour plan de la figure.

Quand le radius sera venu dans une position quelconque R',

la force musculaire F sera dirigée encore suivant la tangente commune M'N' et le moment de cette force, par rapport au point O sera égal à $F \times OH$.

Il est facile de calculer le bras de levier OH ; pour cela menons CK parallèle à M'N' et considérons le triangle COK qui donne :

$$OK = OC \sin OCK.$$

Posons : $OC = d$, angle $OCK = \alpha$; il viendra :

$$OK = d \sin \alpha$$

Soit, en outre, r le rayon de la section du cubitus, on aura :

$$OH = HK + OK = r + d \sin \alpha$$

Supposons que la résistance à vaincre R, soit celle que l'on éprouve en tournant un robinet empoigné à pleine main ; le bras de levier l sur lequel agit cette force est alors constant et l'équation d'équilibre est :

$$F(r + d \sin \alpha) = R\,l$$

d'où : (10)
$$F = \frac{R\,l}{r + d \sin \alpha}$$

De là on déduit que : *l'effort musculaire à développer par le carré pronateur diminue depuis $\alpha = 0°$ jusqu'à $\alpha = 90°$ et augmente ensuite à mesure que l'angle α devient plus grand qu'un angle droit. La force F passe donc par un minimum pour $\alpha = 90°$, c'est-à-dire lorsque la ligne CR'' qui joint les centres des sections du radius et du cubitus est perpendiculaire à la ligne qui joint ces mêmes centres au moment où l'avant-bras est en supination complète.*

La formule (10) montre en outre que toutes choses égales d'ailleurs, l'effort musculaire F diminue quand le rayon r du cubitus ou la distance d augmentent.

10. — Les considérations précédentes ne sont plus applicables au rond pronateur. Ce muscle qui part en A (fig. 6) de l'épitrochlée s'insère en B sur la face externe du radius, après s'être enroulé de C en B autour de cet os, l'avant-bras étant supposé en supination. Aussi longtemps qu'une portion de ce muscle est enroulée autour du radius, la force musculaire reste tangente à la surface de l'os ; on peut la décomposer en trois autres, l'une dirigée suivant la génératrice du cylindre osseux qui passe par

le point de tangence, l'autre tangente à la surface du cylindre et perpendiculaire à l'axe de rotation MN, la troisième normale au plan mené par MN et l'axe MD du radius. De ces trois composantes, la première a pour effet d'appliquer l'avant-bras contre

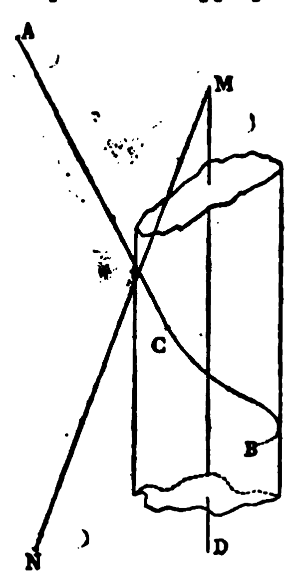


Fig. 6.

l'articulation cubitale, la seconde produit le mouvement de pronation, la troisième tend à fléchir ou à étendre l'avant-bras suivant la direction de la force musculaire par rapport au plan NMD. Si l'avant-bras doit conserver une direction constante il faudra, pour réaliser cette condition, faire intervenir suivant le cas, les muscles fléchisseurs ou extenseurs de l'avant-bras sur le bras. Lorsque dans la suite du mouvement, le tendon est entièrement déroulé et que la force musculaire n'est plus tangente au cylindre osseux, la même décomposition peut encore être effectuée et le mouvement de pronation continue à se produire jusqu'à ce que la distance des deux points d'insertion A et B soit devenue minima, ce qui arrive au moment où la direction du muscle et l'axe MN sont dans le même plan.

Pour trouver une expression générale de la force musculaire du rond pronateur, il faudrait d'abord déterminer la nature de la courbe d'enroulement de son tendon ; si l'on suppose que la rotation s'effectue autour de l'axe du radius, la na-

ture de cette courbe importe peu, car le bras de levier de la force est alors constant et égal au rayon du cylindre osseux, aussi longtemps qu'une portion du tendon reste enroulée. La force musculaire à développer serait dans ce cas proportionnelle au moment de la résistance à vaincre. Mais cette hypothèse s'écarte beaucoup de la réalité, et sans elle il serait difficile de déterminer d'une manière suffisamment approchée les variations de la force F.

Ajoutons encore que le mouvement de rotation du radius, tel qu'il se produit, présente plusieurs avantages. En effet, si ce mouvement s'effectuait autour de l'axe même du radius, le déplacement relatif des parties de l'avant-bras et de la main qui sont en rapport entre elles, serait plus considérable qu'il n'est en réalité. En outre, le bras de levier sur lequel agirait la force musculaire aurait une longueur moindre, ce qui nécessiterait, pour une même résistance à vaincre, une force de contraction plus considérable.

Conclusions.

I. — Quand un muscle fléchisseur ou extenseur de l'avant-bras sur le bras intervient pour équilibrer une résistance, parmi les composantes en lesquelles on peut décomposer les deux forces antagonistes, il en est qui agissent pour incliner l'humérus en avant ou en arrière, par rapport à la verticale. Le sens dans lequel ces composantes tendent à faire tourner l'humérus, change d'ailleurs, suivant l'état d'extension de l'avant-bras au moment où on les considère. Si donc le bras doit rester immobile, l'intervention de tels ou tels muscles de l'épaule est nécessaire pour maintenir cette fixité.

II. — Quelle que soit la position de l'humérus par rapport à la verticale, la force à développer par un muscle fléchisseur (brachial antérieur, par exemple), pour faire équilibre à une même résistance, croît constamment lorsque l'angle α de l'avant-bras avec le bras va en augmentant. Donc, pour employer le plus utilement possible l'action de tels muscles, il faudra placer l'avant-bras dans l'état de flexion maximum à partir duquel le muscle et la résistance à vaincre agissent comme forces antagonistes.

On peut équilibrer une même résistance R :

1° L'humérus étant maintenu vertical;

2° L'humérus étant incliné de haut en bas et d'arrière en avant, de manière à faire un angle β avec la verticale;

3° L'humérus étant incliné de haut en bas et d'avant en arrière, de manière à faire encore un angle β avec la verticale.

La comparaison des formules relatives aux deux premiers cas montre que, toutes choses égales d'ailleurs, et pour un même angle α de l'avant-bras avec le bras, il y a avantage à maintenir l'humérus vertical plutôt qu'à l'incliner d'un angle β sur la verticale si α est supérieur à $90 + \frac{\beta}{2}$; il y a au contraire avantage à le maintenir incliné de β si α est inférieur à $90 + \frac{\beta}{2}$; par suite, la force de contraction à développer est indépendante de la position de l'humérus si l'on a $\alpha = 90 + \frac{\beta}{2}$.

En comparant les valeurs de la contraction musculaire pour la première et la troisième position de l'humérus, on trouve que, *cœteris paribus*, il est préférable de maintenir l'humérus vertical plutôt qu'incliné en arrière d'un angle β si α est inférieur à $90 - \frac{\beta}{2}$, il vaut mieux au contraire l'incliner en arrière si l'angle α est supérieur à $90 - \frac{\beta}{2}$; il est donc indifférent de maintenir l'humérus vertical ou incliné si $\alpha = 90 - \frac{\beta}{2}$.

Enfin il y a économie de force à maintenir l'humérus incliné d'un même angle en avant plutôt qu'en arrière, tant que l'angle α de l'avant-bras avec le bras reste inférieur à 90; il vaut mieux au contraire le maintenir incliné en arrière qu'en avant si l'on a $\alpha < 90$; le sens de l'inclinaison est sans influence sur la grandeur de la force musculaire à développer lorsque $\alpha = 90$.

III. — Quand on fait équilibre à une résistance par l'action du triceps, si l'humérus est maintenu vertical, la force de contraction F à développer va en diminuant à mesure que l'angle α de l'avant-bras avec le bras augmente. Il y a donc avantage, si l'on veut utiliser le mieux possible l'action d'un tel muscle à le faire intervenir, l'avant-bras étant dans l'extension extrême.

La comparaison des diverses valeurs de F, correspondantes

aux diverses positions de l'humérus, conduit aux mêmes conclusions que pour les fléchisseurs.

IV. — Lorsqu'un muscle franchit plusieurs articulations, chaque portion du muscle ou de son tendon comprise entre deux articulations consécutives peut être remplacée par une force égale à celle du muscle lui-même. Il en résulte que les divers leviers osseux, susceptibles d'être ainsi mis en mouvement, tournent comme si chacun d'eux était muni d'une insertion musculaire distincte.

Si l'on suppose qu'un muscle agisse d'abord sur plusieurs articulations, puis sur une seule, et qu'il se raccourcisse chaque fois d'une longueur L, la somme des déplacements des divers leviers osseux sur lesquels le muscle agirait dans la première hypothèse est égale au déplacement du levier unique qui, dans le second cas, serait seul mis en mouvement.

En d'autres termes, pour les muscles, comme pour les machines simples, l'avantage existant du côté de la force est compensé par une diminution de grandeur de l'angle de rotation des pièces à mouvoir.

V. — L'étude complète de l'action mécanique des muscles pronateurs et supinateurs exige la connaissance de la courbe d'enroulement de ces muscles sur le radius.

Si cette courbe est un cercle, comme pour le carré pronateur, et que le moment de la résistance soit constant, ce qui arrive généralement quand ces muscles interviennent (action de tourner un robinet empoigné à pleine main), la force musculaire à développer est minimum lorsque la direction de cette force est perpendiculaire au plan déterminé par les axes géométriques du cubitus et du radius, ce dernier étant considéré en supination. Cette position de l'avant-bras, correspondante au minimum est en quelque sorte la position moyenne entre la supination et la pronation extrêmes.

RECHERCHES

SUR LA

RESPIRATION DE LA LEVURE DE BIÈRE SUPÉRIEURE

(*Saccharomyces cerevisiæ*)

Par M. PAUMÈS

Historique.

Il faut remonter jusqu'en 1680 pour se faire une idée à peu près exacte de la nature de la levûre. Si jusqu'à cette époque on n'a que des notions imparfaites de ce végétal, cela tient aux difficultés qu'on rencontrait dans cette étude : on n'avait pas encore inventé les instruments grossissants, et le microscope n'avait pas encore reçu les applications si précieuses des temps modernes. Avec Leuwenhoeck, l'étude des infiniments petits entre dans la voie scientifique, étude qui a engendré de grands résultats. Le premier, Leuwenhoeck a étudié la levûre de bière au microscope, et il a fait remarquer qu'elle était formée de très petits globules sphériques ou ovoïdes. D'après Fabroni (1) « la matière qui décompose le sucre est une substance végéto-animale : elle siège dans des utricules particuliers, dans le raisin comme dans le blé. » Thénard ne l'a considérée que comme agent de la fermentation : « cette levûre, dit-il, est de nature animale ; elle est azotée et donne beaucoup d'ammoniaque à la distillation. »

Jusqu'en 1828, la levûre de bière a été considérée comme un principe immédiat des végétaux ayant la propriété de se précipiter en présence des sucres fermentescibles. Cagniard de Latour (2) reprenant les études microscopiques tombées dans l'oubli depuis les études incomplètes de Leuwenhoeck, reconnut que la levûre était un amas de globules organisés. Il cesse de la regarder comme une matière simplement organique ou chimique. Pour cet observateur, la levûre est un végétal susceptible de se reproduire par bourgeonnement ou par seminules. Pres-

(1) Mémoire sur la fermentation, présenté à l'Académie de Florence, 1787.
(2) Ann. chim. Phys., 2e série, t. LXVIII.

que en même temps, le docteur Schwann (1), à Jéna, et Kutzing (2), à Berlin, Turpin (3) et Mitscherlich (4), confirmaient par leurs observations la découverte de Cagniard de Latour. Dès lors, la nature de la levûre de bière était reconnue. Restait à déterminer sa place dans la classification. Turpin fit rentrer ce nouvel être vivant dans le genre Torula de Persoon, parce qu'il prenait les cellules de la levûre pour des spores. Meyen (Pflanzen physiologie, 3r 455) considéra le ferment de la bière comme un champignon ; il créa pour lui un genre nouveau sous le nom de Saccharomyces. Cette idée adoptée par Rees, Engel et d'autres savants, fut rejetée par Kutzing et autres qui soutenaient, au contraire, que les ferments étaient des algues. On en fit un genre à part sous le nom de cryptococcus. Dans une note parue en 1875 dans le *Journal de l'Anatomie*, M. le professeur Robin insistait surtout sur la nature végétale des *levûres* et sur leur rôle dans les fermentations. « Tous les ferments, écrivait-il, représentés par des êtres organisés sont des végétaux et jamais des animaux. » Et plus loin : qui dit ferment figuré dit végétal, mais végétal cryptogamique de telle ou telle espèce, parmi les champignons. » A propos des fonctions de la levûre, M. Robin (5), s'exprime en ces termes : « Les cellules cryptogamiques des levûres ou ferments se nourrissent et se développent en un mot comme tous les cryptogames quelconques en général. » Autre part, il ajoute : « L'étude des fermentations est un paragraphe de celle de la nutrition des plantes qui est un chapitre de la physiologie végétale » ; et sous une autre forme nous trouvons résumée la théorie de la fermentation : « Qui dit fermentation dit nutrition désassimilatrice, mais sous un cas particulier de désassimilation végétale. » Aujourd'hui, on admet généralement que la levûre est un champignon, un végétal formé de cellules, et que ces cellules sont comme les cellules végétales ou animales, composées d'une enveloppe et d'un contenu granuleux.

NATURE ET COMPOSITION CHIMIQUE.

La levûre de bière est donc un organisme vivant appartenant

(1) Schwann. Journ. für prakf. chem., t. XI, p. 385.
(2) Poggend. Ann., 1837, t. XLI, p. 184.
(3) Compte-rendu Acad. des sc., 1837, t. IV., p. 369.
(4) Poggend. Ann., t. V, p. 225.
(5) Dictionnaire de Dechambre, art. Organe, p. 409.

à la famille des champignons, du genre Saccharomyces, végétal dépourvu de mycelium; il est susceptible de se reproduire comme tous les champignons par bourgeonnement et par sporulation. « L'examen de ses fonctions biologiques, dit le savant professeur du Collège de France, M. Schutzenberger (1), étudiées surtout au point de vue chimique, nous montre qu'en définitive cet être élémentaire ne diffère pas non plus essentiellement des autres cellules élémentaires, dépourvues de chlorophylle, isolées ou groupées, des organes plus complexes. Elle respire, transforme et modifie ces principes immédiats d'une manière continue et certainement de la même façon que d'autres cellules. »

Si l'on prend une goutte d'une solution de levûre fraîche, jeune, délayée dans de l'eau distillée et qu'on l'examine au microscope à un grossissement (2) convenable, on aperçoit une masse de petites cellules, en général elliptiques ou ovoïdes (3).

L'ensemble du globule vous frappe par son aspect réfringent, et le noyau apparaît au centre ou sur les côtés comme un point cristalloïde. Les contours de la cellule sont nettement dessinés. L'intérieur de la cellule paraît plein et riche de matières organiques. Les granulations sont un signe de vieillesse des cellules.

Au point de vue de l'analyse chimique, nous citerons les principaux résultats obtenus par Schlossberger, Mulder, M. Dumas, Vagner.

Carbonne......	50.05	47.0	50.08	50.06
Hydrogène.....	6.52	6.6	7.16	7.3
Azote........	11.84	10.	11.08	15.
Soufre et oxygène.	31.59	36.4	3.98	17.1
	Schlossberger.	Mulder.	M. Dumas.	Vagner.

RESPIRATION DE LA LEVURE.

En 1861, M. Pasteur, à la suite de ses premières études sur la fermentation, avait émis cette idée : « qu'on pouvait faire vivre et developper la levûre, à la condition de lui fournir beaucoup d'air, dans un liquide organique non sucré, tel que l'eau de levûre; la levûre vit alors comme un végétal ordinaire, sans amener aucune fermentation. »

Voici par exemple les résultats d'une expérience : On ense-

(1) Fermentations, 1878.
(2) Harnack. Oculaire 2. Werick. Obj. 8.
(3) Voy. aussi dans ce recueil, années 1875, p. 379, et 1879, p. 465.

mence dans un ballon à deux cols, une trace de levure dans 150^{cc} d'eau de levure contenant 2,5 0/0 de sucre de lait. Trois mois après, on recherche la présence de l'alcool dans le liquide. Il n'y a pas la plus petite quantité, et pourtant en recueillant sur un filtre la levûre, on en trouve un poids de 50 milligrammes à l'état sec. Cette levûre s'était donc développée sans donner lieu à la moindre fermentation. Elle vivait comme une moisissure, absorbant l'oxygène, dégageant de l'acide carbonique, et c'est même sans doute à la privation d'oxygène qu'il faut attribuer son développement si lent. Voilà donc établi par cette expérience le fait de la respiration de cet être cellulaire en dehors de toute fermentation.

En juillet 1873, MM. Schutzenberger et Quinquand, dans un remarquable travail sur la respiration des végétaux aquatiques immergés, ont mis en lumière, encore d'une manière très évidente, la notion de l'activité respiratoire de la levûre dans un volume d'eau déterminé. Ils l'ont défini : « la quantité d'oxygène consommé dans l'unité de temps par l'unité de poids », et mesurée par le procédé de MM. Schutzenberger et Risler, au moyen de l'hydrosulfite de soude. « De la levûre en pâte, abandonnée en suspension dans l'eau à la température ordinaire des fermentations en absorbe complètement l'oxygène qu'elle remplace par de l'acide carbonique ; ce qui prouve qu'il s'agit bien ici, non d'un simple phénomène d'oxydation, mais d'un fait vital, c'est qu'elle perd tout pouvoir absorbant lorsqu'elle a été au préalable chauffée à une température de 60°. » Pour confirmer ce phénomène vital, ces savants ont montré par un procédé très ingénieux que la levûre est capable d'enlever l'oxygène à des substances qui le retiennent faiblement combiné. Ainsi quand on délaie de la levûre fraîche, lavée ou non lavée dans du sang artériel rouge ou dans une solution d'hémoglobine saturée d'oxygène, on voit le liquide passer rapidement du rouge au bleu foncé et au noir : une simple agitation avec de l'air rend au sang sa couleur rutilante qui disparaît de nouveau et ainsi de suite un grand nombre de fois quand la levûre est fraîche. Il est évident, dans cette expérience que les cellules vivent aux dépens de l'oxygène combiné au globule sanguin comme le font les cellules des tissus dans les corps des animaux. M. Schutzenberger a même pu imiter artificiellement les phénomènes de la res-

piration à travers le réseau capillaire en faisant circuler lentement du sang rouge à travers un système de longs tubes creux, formés de baudruche mince et immergée dans une bouillie de levûre délayée dans du sérum frais sans globules sanguins maintenue à 35°. On voit le sang sortir noir à l'autre extrémité, tandis qu'il reste rouge lorsqu'on supprime la levûre. Cette activité respiratoire, d'après M. Schutzenberger, paraît être la même à la lumière et à l'obscurité, mais elle dépend de la température. Voilà l'état de la question lorsque nous l'avons reprise, en suivant un procédé expérimental tout différent. Nous avons préparé la solution de levûre avec de l'eau distillée, bouillie et refroidie. Au lieu de mesurer le degré oxymétrique des solutions, à l'aide du procédé chimique de l'hydrosulfite de soude, nous avons fait l'extraction des gaz au moyen de la pompe à mercure. Ces gaz sont ensuite analysés sur la cuve à mercure à l'aide de solutions de potasse et d'acide pyrogallique. Nous sommes arrivés aux mêmes conclusions pour ce qui concerne l'activité respiratiore de la levûre dans l'eau distillée, c'est-à-dire que l'activité respiratoire varie suivant la température. Nous avons de plus montré que l'éther avait aussi pour action de modifier cette activité respiratoire.

Procédé expérimental.

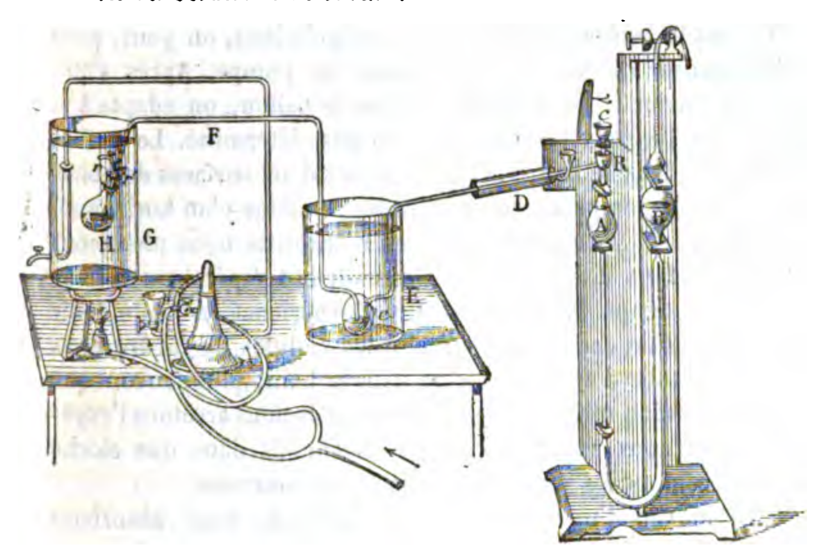
L'appareil que nous avons employé et qui est représenté dans la figure ci-jointe se compose : 1° de la pompe à mercure.

La pompe à mercure est assez répandue pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en donner une description ici. Nous dirons simplement que nous l'avons utilisée aussi pour mesurer la pression dans le ballon soumis à l'expérience. Les surfaces des deux bouteilles étant sur le même niveau lorsque la communication en D et en *r'* existe nous indiquent que le gaz contenu dans le ballon fait équilibre à la pression atmosphérique.

2° D'un tube FD d'un calibre assez gros, servant à faire communiquer le ballon avec le tube latéral de la pompe à mercure. Sur son trajet nous avons placé un barbotteur *(e)*, qui plonge dans un vase rempli d'eau (E). Dans les expériences de levûre normale, il est destiné à recevoir la mousse qui vient s'y briser afin de ne pas empêcher l'extraction des gaz. Il est destiné dans les expériences sur la levûre éthérée, à recevoir un peu d'alcool,

pour absorber la vapeur d'éther pendant l'extraction des gaz.

3° D'un ballon (H) de 120 à 150cc de capacité, destiné à recevoir les solutions de levûre.



Ce ballon est muni d'un bouchon à deux trous. D'un côté (r') il communique avec la pompe ; l'autre ouverture (r) munie d'un caoutchouc, comprimé à volonté par une vis à pression, est destinée à être mise en communication avec la cloche qui contient le gaz mesuré d'avance.

4° C'est à l'aide d'un régulateur de M. d'Arsonval que nous déterminons la température du bain d'eau à l'influence de laquelle nous voulons soumettre la solution de levure.

Pour préparer les solutions voici comment nous avons procédé : la levûre est fraîche, de bel aspect provenant d'un levain récemment recueilli des cuves à fermentation. A l'aide d'une petite presse nous comprimons la levûre de manière à en faire un gâteau d'une certaine consistance. Nous ferons remarquer que nous avons eu le soin d'obtenir autant que possible, chaque fois que nous avions de la levûre nouvelle, la même consistance. Cette précaution était nécessaire pour ne pas avoir de trop grandes différences dans le poids réel des levûres employées dans chaque expérience. On prend un ballon de 120cc où l'on met 50cc d'eau distillée et adapté à la pompe on fait le vide. On délaie ensuite le poids de levûre fixé dans 50cc d'eau distillée,

bouillie et refroidie et on l'introduit dans le ballon vide, en ayant soin de fermer le robinet avant la pénétration de l'air. Si on craint d'avoir laissé entrer quelques bulles d'air, soit en délayant la levûre, soit dans les manipulations, on peut, pour s'en assurer donner plusieurs coups de pompe. Après s'être assuré d'avoir fait le vide absolu dans le ballon, on adapte à la tubulure l'éprouvette contenant le gaz déterminé. Le gaz se précipite dans le ballon, et, lorsque les deux surfaces des bouteilles de la pompe à mercure sont sur le même plan horizontal, on supprime la communication en *r*. Ensuite nous plongeons le ballon dans le bain dont on connaît la température et nous notons le temps. Alors commence l'expérience. Afin de tenir en suspension dans le milieu aéré les cellules de levûre nous avons le soin d'agiter le ballon dans le bain, plus souvent que toutes les cinq minutes. Après 30 minutes nous arrêtons l'expérience et nous extrayons les gaz. Recueillis dans une cloche graduée, nous les analysons sur la cuve à mercure.

Au moyen d'une dissolution de potasse, nous absorbons l'acide carbonique : au moyen d'une dissolution d'acide pyrogallique nous absorbons l'oxygène. Nous connaissons déjà l'oxygène que nous avons fourni à la levûre ; nous apprenons à connaître maintenant l'oxygène qui n'a pas été transformé : la différence de ces deux volumes nous fait connaître le volume d'oxygène consommé dans les conditions de l'expérience. Nous allons en donner un exemple.

Cinq grammes de levûre délayée dans 100^{cc} d'eau distillée, bouillie et refroidie.

Température du bain. . .	30°.
Pression atmosphérique. .	74,5.
Air introduit.	68,1, dont oxygène, 14,16.

Après 30 minutes d'agitation, nous avons recueilli :

Volume gazeux.	80	= 4,2.
Après addition de potasse. .	75,8	= 9,4.
Après addit. d'acide pyrog.	66,4	

Nous avons donc :

4^{cc},2 d'acide carbon., 80.
9^{cc},4 d'oxygène.

Or, nous avons donné :

14,16 d'oxygène à la levure.

Elle a utilisé pour sa respiration :

4cc,7 d'oxygène.

On peut, en examinant les résultats dans le tableau suivant se rendre compte de l'action des différentes températures sur l'activité respiratoire. On remarquera que l'activité respiratoire diminue à mesure que la *température baisse.*

Cette considération ne doit pas nous arrêter longtemps, car la démonstration de l'influence de la température en a été donnée par les expériences déjà citées de MM. Schutzenberger et Quinquaud ; nos expériences, faites par un autre procédé, ne viennent que confirmer les expériences de ces deux savants.

Nous voulons simplement appeler l'attention sur ces résultats obtenus, pour les comparer avec nos résultats obtenus par le même procédé dans nos expériences sur la levûre, soumise à l'action de doses déterminées d'éther. Les gaz sont recueillis dans une cloche graduée et analysés sur la cuve à mercure. La vapeur d'éther est absorbée par l'alcool. Lorsque nous n'avons plus de vapeur d'éther dans la cloche, nous nous débarrassons de l'alcool en faisant passer un jet d'eau, en ayant soin de ne pas laisser entrer d'air. Cela fait nous analysons le gaz restant avec la dissolution de potasse et d'acide pyrogallique. La solution de levûre éthérée a été préparée de la même manière et avec les mêmes précautions, seulement il faut signaler un point particulier. Supposons que le ballon H a reçu la solution de levûre non éthérée, nous ajoutons les doses d'éther, et afin d'obtenir l'équilibre dans le ballon, nous introduisons un gaz neutre, de l'azote, par exemple. Après avoir bien agitéle ballon, afin de dissoudre l'éther et d'amener les globules de levûre au contact de ce liquide, nous le plongeons dans un bain d'eau à la température du laboratoire. Au bout de 24 heures, le ballon est agité de nouveau et préparé pour l'expérience, c'est-à-dire que nous le mettons en communication avec la pompe à mercure.

Nous introduisons dans le ballon de l'air atmosphérique jusqu'à ce qu'on arrive à mettre en équilibre les surfaces des deux bouteilles à mercure. — L'expérience se fait comme pour la levûre non éthérée.

C'est à l'aide de ces procédés que nous avons obtenu les résultats indiqués dans le tableau qui termine ce mémoire.

Pour être très précis, nous ferons remarquer que la levûre a

été examinée avant chaque expérience et que la levûre qui a servi à chaque expérience comparative appartenait au même tas et provenait d'un même levain toujours jeune et frais.

Conclusions.

1° L'activité respiratoire de la levure décroît en même temps que la température diminue.

2° Aux doses de 1, 2 p. 100, l'éther est à peu près sans action sur l'activité respiratoire de la levûre.

3° Aux doses de 3, 4, 5, 6cc p. 100, l'éther a pour action de diminuer et même de suspendre totalement l'activité respiratoire.

4° Ces mêmes doses n'ont pas pour action de tuer le végétal. En effet, après avoir débarrassé autant que possible la solution de levûre de l'éther qu'elle peut contenir, même après avoir fait le vide : ce qui peut s'obtenir en filtrant la solution et laissant à dessécher la levûre dans une étuve, dont la température ne dépasse pas 25°; nous avons pris un certain poids de cette levûre et nous l'avons soumise aux mêmes conditions expérimentales que la levûre non éthérée. Elle a montré qu'elle était encore capable du pouvoir absorbant.

Voici le résultat de deux expériences :

	Poids.	Tempér.	Pression.	Durée.	Absorption.
1re Expérience.	7 gr.	28	76	30 min.	3cc oxyg.
2e Expérience.	7 gr.	28	76	30 min.	2,6 oxyg.

De plus la levûre mise en présence d'une solution de glucose a montré son activité en produisant la fermentation.

Ces recherches ont été faites au Laboratoire de physiologie générale du Muséum, dirigé par M. le professeur Charles Rouget.

Volume d'eau distillée bouillie.	Poids de levure pressée.	Température.	Pression.	Durée.	ABSORPTION D'OXYGÈNE.						
					Levure normale.	Levure éthérée.					
						1 0/0.	2 0/0.	3 0/0.	4 0/0.	5 0/0.	6 0/0.
cc.	gr.			minut.	c.c.						
100	4 450	28.30	75.8	30	3 8	....	....	.....	....	...	...
100	4 450	27	75.8	30	4 4	....	....	.....	....	...	...
100	5	26	75.7	30	2 3	....	....	.....	0.7	...	0.0
100	5	26	75.8	30	4 6	....	....	.....	....	...	...
100	5	26	76	30	2 4	....	....	.....	....	...	...
100	5	28.27	76	30	5 3	....	....	.....	....	...	...
100	5	37	76	30	2 5	....	....	.....	....	...	...
100	5	27	76	30	3 4	....	....	.....	0.0	...	0.0
100	7	20	75.7	45	2 5	....	....	.....	....	...	...
100	7	20	75.9	45	2 20	....	....	.....	....	...	...
100	7	20	76	45	2 27	....	....	.....	0.00	...	0.0
100	7	20	75.8	45	1 76	....	....	.....	....	...	...
100	7	16.17	76	45	5 3	....	....	.....	0.77	...	...
100	7	16.17	76	45	4 608	....	....	.....	....	...	...
100	5	29	74.5	30	2.1584	1.34	....	.....	....	...	...
100	5	29	74.5	30	3 752	....	....	2.168	....	0.0	...
100	5	30	74.5	30	4 7	....	....	.....	....	...	...
100	5	29	77	30	2 2	....	1.77	.....	....	0.0	0.0

SUR LA DISTRIBUTION DES FIBRES ÉLASTIQUES DANS LES PAROIS ARTÉRIELLES ET VEINEUSES

Par MM. RETTERER ET Ch. ROBIN

§ 1. — Fibres élastiques des vaisseaux en général.

L'examen de la coupe totale des vaisseaux en travers et en long, montre que dans les artères comme dans les veines, leurs diverses tuniques ne font qu'un par la continuité anastomotique réciproque des éléments élastiques, dans le sens de la longueur comme dans celui de l'épaisseur d'une même tunique; continuité des fibres qu'on suit en allant d'une couche quelconque aux fibres de celle qui lui est appliquée.

Les choses sont ainsi dès l'âge fœtal, et tout s'y développe en même temps dans tous les sens à la fois, comme si ce qui est la trame élastique avait été une masse homogène vasculaire accrue par interposition graduelle de fibres-cellules ici, de tissu cellulaire vasculaire ailleurs, etc.; connexité ou continuité anastomotique, venant rendre compte ainsi de l'existence d'une élasticité qui pour les artères est à peu près la même dans tous les sens.

En faisant abstraction de tous les éléments autres que les élastiques, on distingue déjà trois couches dans les artères, quatre dans les veines de l'homme, d'après le seul examen des fibres élastiques, couches ayant des caractères propres de quantité et de distribution de l'une à l'autre de ces tuniques; avec variations secondaires manifestes d'une espèce à l'autre des veines. A ces dernières particularités, apportant la multiplicité des tuniques dans l'unité élastique de chaque paroi, artérielle ou veineuse, s'ajoutent les faits qui plus tranchés encore tiennent à la présence ou à l'absence soit du tissu cellulaire et des capillaires, soit des fibres-cellules.

Il n'y a de capillaires sanguins, *vasa-vasorum*, que là où il y a du tissu cellulaire, dans la tunique externe ou celluleuse des artères, à l'exclusion des autres, par exemple.

Avec l'existence du tissu cellulaire dans toutes les tuniques élastiques des veines, coexistent les capillaires, plus une dilatabilité par extensibilité graduelle, en quelque sorte indéfinie, qui n'existe pas dans la tunique musculo-élastique des artères où manque le tissu cellulaire.

Ici en effet comme dans les ligaments, passé un certain degré de distension de cette tunique survient sa rupture.

Tunique moyenne des artères. — Le tissu *musculo-élastique* de la tunique moyenne des artères fait exception à côté des divers organes premiers de l'économie composés de tissu élastique et de celui des autres tuniques des vaisseaux.

Les fibres du tissu cellulaire y manquent absolument, ainsi que les capillaires sanguins qui les suivent à peu près partout, et *vice versa ;* ce sont au contraire des fibres-cellules exclusivement qui sont associées à la trame élastique, plongées dans son épaisseur en fait.

Ces deux seules espèces d'éléments se trouvent à peu près en égale proportion dans les artères plus petites que l'aorte, les fibres cellules d'un dixième environ plus abondantes dans la plupart de celles-ci. Ces fibres sont uniformément distribuées dans toute l'épaisseur de leur paroi, tant isolément qu'à l'état de faisceaux dont l'épaisseur atteint rarement deux centièmes de millimètre et composés de 2 à 5 fibres-cellules. Les coupes montrent bien leur direction nettement circulaire par rapport au grand axe du vaisseau. Il en est de même de la direction générale des fibres élastiques.

Quelque soit du reste l'épaisseur de la paroi artérielle, aorte ou ses branches, la distribution des fibres élastiques et musculaires est réciproquement uniforme, sans être, ni les unes ni les autres, rapprochées en couches secondaires plus en un point qu'en l'autre.

Quoiqu'il en soit, la quantité des fibres-cellules est frappante, et dès qu'on a vu celles-là, on s'étonne presque de voir les phénomènes de resserrement et de dilatation observés sur les artères ne pas être plus prononcés qu'ils ne sont, la présence des fibres élastiques venant seule rendre compte de l'impossibilité dans laquelle elles mettent les contractions d'être telles que dans l'intestin ou l'uretère.

Les coupes minces longitudinales et transversales de l'aorte

et autres artères, comparées l'une à l'autre, montrent très exactement ces dispositions ainsi que les suivantes, après l'action colorante du carmin; les fibres-cellules et les noyaux le fixent en effet pendant que les fibres élastiques restent jaunâtres, brillantes, non colorées par la teinture; cela est, pourvu toutefois que la carmination ait été précédée du gonflement des fibres-cellules, etc., par les acides faibles, d'où résulte un léger écartement des fibres élastiques qui amène un certain degré d'isolement et de mise en évidence des fibres élastiques.

Les préparations montrent ces dispositions avec plus de netteté encore, quand on se sert du picrocarmin, au lieu des solutions carminées; l'acide picrique, en effet, en se fixant sur les fibres élastiques, accentue notablement leur couleur jaunâtre, au milieu des autres éléments teints en rouge par le carmin.

Le fait qui frappe d'abord est que la tunique moyenne des artères sur les coupes transversales se montre comme composée de fibres élastiques disposées en couches concentriques, parallèles, écartées de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ dans l'aorte. Chacune de ces couches élastiques est épaisse de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$, brillante suivant sa longueur. Elle se présente sous l'aspect de fibre un peu onduleuse, épaisse, brillante; il en est souvent une qui s'étend isolément sur les coupes au delà du reste de la préparation, plus ou moins droite ou recourbée, facilement reconnaissable. Mais en nombre de points, sur une même préparation, cette bande brillante est reconnaissable comme étant une mince lame ou très large fibre élastique vue de champ, dont la hauteur est dans le sens de la longueur de l'artère, et qui se trouve infléchie dans le sens de sa propre longueur.

Entre ces fibres ou bandes brillantes circulaires, parallèles d'une manière générale, se voient les fibres-cellules sur une certaine longueur pour chacune d'elles, juxtaposées, par une, deux et trois parallèles aussi, transversalement disposées par rapport au grand axe du vaisseau. On sait que les fibres longitudinales dont l'existence a été supposée dans les artères par Eckard et autres, n'existent dans aucune d'elles.

Il faut ajouter ici la description de particularités qui donnent une extrême complication aux aspects d'ensemble de la structure de cette tunique artérielle. Ce sont: 1° les flexuosités plus ou moins grandes, petites, nombreuses ou rares de chacune des

fibres et lames brillantes, élastiques, précédemment décrites, avec ou sans courbures de leurs extrémités rompues et libres; 2° leurs ramifications plus ou moins minces qu'elles-mêmes, rapprochées ou non, droites ou flexueuses, plus ou moins obliques, plus ou moins courtes, allant s'anastomoser avec quelque autre fibre ou avec ses subdivisions.

De là ces multiplicités de mailles et de différences dans l'aspect des réseaux qui défient toute description.

De l'existence des portions de l'élément élastique qui se présentent sous l'apparence de bandes concentriques jaunâtres, brillantes, plus ou moins larges, qui ont la forme de lamelles, descendant en quelque sorte dans l'épaisseur de la préparation, il résulte que les coupes longitudinales, à leur niveau, offrent un aspect de bandes brillantes parallèles, analogue au précédent sur une étendue variable. Dans les portions où cesse cette disposition, ce sont les fibres anastomosées réciproquement en tous les sens qui dominent dans la trame élastique; elles donnent alors à la préparation un aspect réticulé complexe, le réseau étant à courtes fibres, plus ou moins anguleuses ou flexueuses, à bord net ou rugueux, épaisses de $0^{mm},001$ ou au-dessous. A cela s'ajoute l'aspect spécial qui résulte de la section en travers des fibres-cellules donné par les coupes longitudinales des artères, sur les préparations carminées surtout; le contraste entre les fibres musculaires teintées de rouge et les fibres élastiques jaunâtres, plus ou moins brillantes, doit être noté parmi les causes de cet aspect.

Les dispositions décrites plus haut, d'après ce qu'on voit sur l'aorte et ses grosses branches, se retrouvent au fond sur les petites artères. Les fibres et leurs subdivisions sont seulement réduites à une finesse proportionnellement de plus en plus grande qui change notablement l'aspect des parties sous le microscope.

Il faut signaler, en outre, ce fait qu'il est des cas où, suivant le procédé de durcissement employé, le temps depuis lequel il a lieu, etc., l'état fibrillaire des éléments élastiques entre les fibres-cellules ne peut être mis en évidence. Tout ce qui est interposé à ces dernières, que colore le carmin, reste alors accidentellement brillant, homogène, comme tout d'une pièce.

Tunique de Bichat. — En approchant de la face interne des

artères, sur une épaisseur de 1 à 5 centièmes de millimètre, selon qu'il s'agit de l'aorte ou d'une de ses subdivisions, les fibres élastiques circulaires, brillantes, deviennent plus rapprochées les unes des autres par places, plus écartées ailleurs comme s'il y avait davantage de fibres-cellules entre elles; mais surtout elles se montrent plus flexueuses et plus fines.

Au point de vue de la disposition des fibres élastiques, on passe insensiblement ainsi à la tunique interne ou commune de Bichat, composée de fibres flexueuses beaucoup plus fines.

Mais, au point de vue de la constitution propre et autres caractères, la délimitation en tunique moyenne et tunique de Bichat, ou *vice versa*, est nette, brusque en quelque sorte. Elle est surtout distincte, tranchée, en tant que différences anatomiques, sous l'aspect de plan de contact, dans les coupes en long des artères.

Ici, on voit nettement cesser l'existence des grosses fibres élastiques, brillantes, et des fibres-cellules, puis se montrer aussitôt de très fines fibres élastiques ramifiées et anastomosées, dont la direction longitudinale sur la plupart d'entre elles contraste avec celles des fibres de la tunique précédente. Par places ou dans certaines artères, sur une certaine longueur toute la limite interne de la tunique moyenne est représentée par une fibre ou lame élastique, brillante, relativement épaisse, en forme de bande claire. L'existence de cette bande interne brillante souvent figurée (*limitante interne* de quelques auteurs), est à peu près constante dans les artères fémorales, brachiales et autres, mais non absolument générale.

Partout, du reste, les anastomoses, les fines fibres de la tunique de Bichat avec celles de la tunique moyenne sont bien visibles, bien que la direction des fibres longitudinales qui prédominent lui donnent un aspect assez différent, selon que les coupes sont faites en long ou en travers de l'artère.

La tunique commune interne du système vasculaire à sang rouge et à sang noir de Bichat, facile à déchirer en long, et une épaisseur de $0^{mm},2$ ou environ dans l'aorte et peut être suivie jusqu'à celle de $0^{mm},01$ dans les petites artères.

Parfois, dans les grosses artères et veines, ses fines fibres élastiques sont plus serrées ou plus rapprochées dans son épaisseur et la subdivisent ainsi en une ou deux zones mal limitées,

moins transparentes que le reste de cette épaisseur, ce qu'on voit aussi et surtout dans l'endocarde.

Mais ce qui frappe dans cette tunique, c'est la présence de petits noyaux ovoïdes, de cellules fusiformes de tissu cellulaire et d'un petit nombre de fibres élastiques, d'autant plus qu'on approche davantage de la surface épithéliale. Cela fait que, bien que cette tunique reste composée principalement de fibrilles élastiques anastomosées, fines et rapprochées, elle est assez uniformément rougie par le carmin, que fixent surtout les noyaux. Par place, en outre, et, sur quelques sujets surtout, elle est rendue finement grenue, tant par de réelles et fines granulations, que par le plan de section en travers de ses propres fibres.

A la face interne des veines pulmonaires, des artères et de l'endocarde dans la tunique de Bichat à un fort grossissement ses éléments élastiques sont remarquables par leur aspect de fibres manifestement aplaties, mais d'une étroitesse telle qu'il en est, dont le diamètre descend au-dessous, d'un millième de millimètre, ce qui fait qu'elles semblent plus pâles que les autres. Elles offrent surtout ceci de frappant, qu'elles sont si fréquemment ramifiées et anastomosées, qu'elles forment une véritable membrane lamelleuse réticulée. Les mailles ne dépassent guère 4 à 8 millièmes de millimètre de largeur. Elles sont à peu près d'égal diamètre en tous sens, polygonales à angles aigus, car les branches anastomosées sont rectilignes, roides, se recourbant rarement, et, en raison de la brièveté des rameaux anastomosés, on ne peut jamais les isoler dans une grande longueur. Chez certains sujets, ainsi que d'une manière presque constante dans l'oreillette, les fibres toujours minces et disposées sur un seul plan sont un peu plus larges, à bords nets et plus foncés, isolables dans une assez grande longueur et forment des mailles allongées, étroites, au lieu de petites mailles polygonales.

Tunique cellulaire des artères. — Lorsque de la tunique moyenne des artères, on passe à la tunique externe, la continuité des fibres élastiques se voit de la manière suivante. Sur un dixième au plus de l'épaisseur de ce côté de la tunique musculo-élastique, les fibres élastiques sont moins rapprochées qu'elles n'étaient, tout en restant toujours séparées les unes des autres par des fibres-cellules ; puis, celles-ci disparaissent tout à fait sur un niveau assez uniformément le même, remplacées

qu'elles sont par de minces nappes de tissu cellulaire et, avec elles, çà et là, par des capillaires.

Là, commence la *tunique externe,* ou *vice versa*, bien que toutefois, par place, sur l'aorte, de rares capillaires s'interposent à des faisceaux de la tunique musculo-élastique sur un dixième au plus de son épaisseur. Sur un à trois centièmes de millimètre environ de l'épaisseur de la tunique celluleuse, à sa partie profonde, les fibres élastiques restent avec la disposition qu'elles ont dans la musculo-élastique, bien que plus flexueuses et plus uniformément anastomosées. Elles sont là comme tortillées et donnent, par l'étroitesse des mailles qu'elles limitent, un aspect foncé sous le microscope et remarquable pour cette partie profonde de la celluleuse. Ces fibres élastiques, principalement longitudinales, deviennent de plus en plus écartées, c'est-à-dire limitant des mailles de plus en plus larges dans le reste de l'épaisseur de la celluleuse.

Sur quelques artères parfois, çà et là, dans le sens de la longueur du vaisseau, des portions, sous forme de faisceaux, de leur tunique musculo-élastique, empiètent sur la tunique externe, et, par places mêmes, sont un peu écartées de la tunique moyenne par des interpositions de minces couches du tissu de la tunique celluleuse.

Ces fibres élastiques de la tunique externe, auxquelles sont dues son extensibilité, son effilement dans les déchirures, etc., sont plus ou moins droites ou flexueuses, suivant les préparations; elles forment des mailles, les unes larges, les autres étroites, à grand diamètre, surtout dans le sens de la longueur du vaisseau. Le tissu cellulaire, en nappes, avec des *vasa-vasorum* et des nerfs qui compose la masse principale de la tunique et lui donne ses caractères spécifiques, n'y renferme pas de vésicules adipeuses.

Nulle part dans les artères, ni dans les veines, il n'y a de disposition indiquant l'existence d'une *tunique* ou *membrane fenêtrée*. Mais la substance élastique y est sous forme de fibres et de lames ou lamelles homogènes, souvent signalées, figurées et décrites depuis longtemps (Henle, etc.).

Cette substance élastique en lames, comble les intervalles laissés par les fibres-cellules et les faisceaux de tissu cellulaires dans les veines, les ligaments jaunes et le poumon. Les coupes

à plat des artères, aussi bien que la dilacération, la montrent divisible en lamelles minces, à cassure anguleuse, nette, pouvant être larges d'un millimètre ou environ, fenêtrées là ou passaient d'autres éléments; homogène ou rugueuse et striées partout où se continuent avec elle les autres formes de l'élément élastique, qui du reste sont souvent entraînés par le lambeau lamelleux.

Outre les fines irrégularités et souvent le peu de netteté de leurs bords, les fibres élastiques *dans les artères* se distinguent par le nombre de leurs ramifications, les unes fort minces à côté de très grosses, et par leurs anastomoses. Elles limitent par là des mailles de toutes formes, généralement courtes, étroites, à grand diamètre perpendiculaire à l'axe du vaisseau. En un mot, les fibres qui circonscrivent les mailles ont généralement la direction transversale suivant laquelle se déchire facilement la tunique élastique. Il en résulte un aspect réellement impossible à décrire. Nulle part l'élastique ne présente davantage l'aspect de membrane réticulée, à petits orifices étroits, ovales, arrondis, fusiformes, polygonaux, etc., *limitées par des fibres les unes fort grosses, les autres fort petites, ne se recourbent pas toutes en arc.*

Amenée à l'état de lamelles par la dilacération, la substance élastique de la tunique moyenne des artères est toujours reconnaissable par la présences d'orifices ou simplement de dépressions, circulaires, ovales ou de formes diverses, à contours sinueux, dont ces lambeaux sont percés ou creusés, selon que la substance s'est déchirée en lames plus ou moins minces. Elle leur donnent un aspect fenêtré très frappant (d'où le nom de substance fenêtrée qui lui a été donné). Souvent, les bords nettement brisés comme du verre, que présentent ces lamelles, coupent en deux un orifice. La surface des lamelles ainsi obtenues est quelquefois lisse par place ou même sur des lambeaux entiers; mais ordinairement elle est granuleuse, rugueuse ou striée; souvent aussi des fibres simples ou ramifiées, peu ou très nombreuses, adhèrent à ces surfaces et les rendent irrégulières.

Cette élastique lamelleuse du reste est loin de présenter avec le même aspect partout où elle se rencontre. C'est surtout dans l'artère pulmonaire que ces lambeaux offrent les dimensions et

les formes les plus variables. Tantôt semblables à ceux des autres artères, ils en ont d'autres points des dimensions moindres, des contours, nets mais arrondis, échancrés par de nombreuses incisures semi-lunaires desquelles se détachent des fibres élastiques. Celles-ci généralement fort nombreuses, partent parfois de toute la périphérie d'un lambeau comme d'un centre, quand il est petit. Elles sont ou grosses ou fort minces. Dès leur origine, si elles sont grosses, elles se subdivisent bientôt. D'autres fois, c'est d'un seul ou de deux côtés d'une large fibre ou prolongement du lambeau que part ce chevelu des fibres élastiques. Ces fibres souvent fort minces, déliées, habituellement très flexueuses ramifiées, anastomosées çà et là, offrent quelquefois une longueur considérable qui ne peut pas être déterminée ; ou bien on voit que leur autre extrémité est soudée, continue aux bords d'un autre lambeau voisin qui pourrait en être considéré comme le point de départ aussi bien que le premier. De tout cela résultent les aspects les plus singuliers, et partout la démonstration que l'élastique en lamelles et les fibres élastiques sont une même substance offrant des conformations diverses.

Artère pulmonaire. — L'artère pulmonaire considérée dans son ensemble est constituée sur le même type que l'aorte, ou mieux que les carotides, comme le note M. Gimbert. A son origine, elle est d'abord constituée de fibres élastiques flexueuses anostomosées, avec des fibres du tissu cellulaire seulement (sans vaisseaux ni fibres-cellules) qui remplit leurs mailles. Celles-ci deviennent de plus en plus rapprochées au niveau des valvules sigmoïdes, et au fur et à mesure qu'on s'élève au-dessus, elles prennent la disposition en bandes brillantes sur les coupes, ou de couches, disposées sur le type de celles de l'aorte, etc. Au fur et à mesure aussi, des fibres-cellules se montrent, surtout à la face profonde de la tunique moyenne d'abord, puis de plus en plus nombreuse, tenant la place qui plus près du cœur était occupée par le tissu cellulaire.

La tunique de Bichat est dans l'artère pulmonaire plus distincte et plus épaisse encore que dans l'aorte, à fines fibres principalement longitudinales, moins fines pourtant que dans ce dernier conduit.

Toutes ces dispositions des éléments élastiques de la tunique

moyenne des artères dans les diverses parties du corps, comparativement à celles des fibres-cellules qui les accompagnent, ont été remarquablement décrites et figurées par M. Gimbert (*Structure et texture* des artères. Thèse in-4°, Paris, 1865, et *Journal d'Anatomie* et de *Physiologie*. Paris, 1865, p. 636 et planches).

Ajoutons encore que l'état de repos des artères au point de vue de leur propriété physique d'élasticité, est l'état de retrait autour de leur axe longitudinal jusqu'à l'oblitération complète, état vers lequel elles tendent constamment et auquel elles n'arrivent qu'après la mort, lorsque le cœur cessant de leur envoyer du sang, elles chassent leur contenu dans les capillaires et de là dans les veines.

Pendant la vie, leur extension suivie de retrait élastique se manifeste aussi dans le sens de leur longueur à chaque ondée de sang poussée par les ventricules, mais ils sont moins prononcés que dans le sens transversal, parce qu'il y a une fuite constante de liquide du côté des capillaires (Ch. Robin, *Comptes rendus et Mémoires de la Société de Biologie*. Paris, 1856, p. 92).

§ 2. — Fibres élastiques des veines.

A la face profonde des veines (p. 126), des veines portes et pulmonaires en particulier, par la dilacération on obtient aussi, bien que moins que dans les artères, des éléments élastiques sous forme lamelleuse fenêtrée des plus diverses. Les lamelles entraînent avec elles des fibres analogues à celles du poumon, des ligaments élastiques et de la peau.

Ces lambeaux, à bords déchirés nettement, avec des angles rentrants ou saillants, sont tantôt entièrement homogènes et fenêtrés, mais plus souvent à surface comme striée profondément ou mieux tapissés de fibres ramifiées ou anastomosées qui leur adhèrent. Presque toujours quelques parties de ces lames élastiques offrent des fenêtres complètes ou des excavations profondes, arrondies, ovales, sinueuses, etc.

Bien que la *tunique* la plus épaisse ou *moyenne des veines* contienne de l'élastique isolable par dissociation en lambeaux ou *lamelles fenêtrées*, et des faisceaux de fibres-cellules, elle ne peut être assimilée sans erreur, quant à sa texture et ses autres

caractères à la tunique moyenne des artères. Cette tunique des veines, en effet, n'est pas composée uniquement d'éléments élastiques et de fibres-cellules ; elle l'est par une trame de tissu cellulaire vasculaire, avec une trame ou réseau de fibres élastiques se continuant en dedans avec les fines fibres de la *tunique longitudinale* des veines, d'une part avec celles de la *tunique externe*, d'autre part.

La tunique dite moyenne des veines contient en outre des faisceaux de fibres-cellules, tous plus épais que ceux des artères, et les uns circulaires, ceux qui sont internes, les autres longitudinaux, mais non tous circulaires. Ils sont séparés les uns des autres par des fibres élastiques et par des fibres lamineuses à la fois, plus écartés que dans la tunique moyenne des artères. C'est à la partie interne seulement de cette tunique que les faisceaux musculaires plus rapprochés que dans le reste de son épaisseur ont entre eux de l'élastique qui par la dilacération se ramène en lamelles fenêtrées, bien que pas plus que dans les artères elle ne soit naturellement disposée en lames accolées, ni séparées les unes des autres par quelque élément que ce soit.

Comme dans les artères, il y a des anastomoses de l'élément élastique dans tous les sens, bien que cependant cette substance offre une continuité, toute incomplète qu'elle soit, plus marquée sur certains plans ou couches rapprochés que sur les autres ; marquée à la face interne surtout de la tunique et toujours selon la longueur du vaisseau, qu'il soit mince ou large.

Il n'y a pas de différence spécifique pour la constitution de cette membrane d'une veine à l'autre, non plus que pour les autres parois. Il n'y a que des différences de quantité proportionnelle des éléments, sensibles surtout lorsqu'elles portent sur les fibres élastiques et musculaires qui deviennent plus abondantes que le tissu cellulaire dans les veines-porte, pulmonaire, ombilicale, etc. D'une de ces veines à l'autre, comme de l'une à l'autre des veines générales, les dissemblances résultent surtout des différences dans les proportions et la distribution du réseau élastique et des fibres-cellules ; plus on avance vers la face externe d'une veine, plus le réseau élastique de la tunique moyenne prend la forme de la trame élastique, riche encore, qui se voit sans discontinuité dans la tunique externe ou celluleuse. Dans cette tunique externe, les mailles anguleuses sont partout lon-

gitudinales, moins étroites que dans la tunique précédente, de dimensions diverses, avec de nombreuses variétés de quantité et de dispositions.

Les fibres-cellules ne sont nulle part du reste disposées en *couche musculeuse* proprement dite, distincte de la précédente, même sur les veines où elles sont en plus grand nombre que dans les autres et en faisceaux les plus volumineux, comme sur les veines-porte, ombilicale, rénale, etc. Ce ne sont que des faisceaux, tant circulaires que longitudinaux, en proportion égale ou non, plus ou moins écartés les uns des autres par les fibres élastiques et lamineuses, dans la tunique où ils se trouvent.

La trame élastique de la tunique à fibres musculaires des veines, qui est la plus épaisse, se continue aussi par de minces fibres avec un certain nombre de celles de la *tunique à fibres longitudinales*. Celle-ci, qui est vasculaire encore, épaisse de $0^{mm},01$ à $0^{mm},05$ d'une veine à l'autre, la seule qui soit commune à la fois aux veines et aux sinus, au cœur même, manque aux artères. Elle se distingue de la précédente par une plus grande richesse en fibres élastiques. Elle en contient au moins autant que de fibres du tissu cellulaire. Ces fibres sont, en outre, remarquables par la grande finesse et la direction parallélique longitudinale du plus grand nombre d'entre elles, avec ou sans flexuosités ou ondulations simplement, suivant les cas, avec de rares anastomoses en outre.

La *tunique à fibres longitudinales* ne manque qu'à la face des valvules qui est tournée vers le cœur et un peu au-dessus encore de la portion des parois veineuses, d'où se détachent les valvules. Mais ce n'est pas elle qui forme dans les veines, pas plus que dans le cœur, les expansions valvulaires. C'est, au contraire, la trame élastique et cellulaire de la tunique dite *moyenne* qui s'étale en expansion membraneuse et fait cesser à ce niveau l'existence de ses faisceaux de fibres-cellules (Cadiat. *Anat. génér.* 1879, t. I, p. 145).

Dans le cœur, ce sont les anneaux fibreux, homologues, en tant que superpositions des tuniques, de cette paroi dite *moyenne* des veines, qui donnent ces expansions valvulaires.

Au point de vue des caractères individuels et de distribution des fibres élastiques, cette tunique à fibres *longitudinales* se distingue de la manièrela plus nette de la précédente et ne peut, à

aucun titre, être confondue avec elle en une seule membrane.

La tunique à fibres longitudinales ne doit également pas être confondue avec la *tunique de Bichat*. Non seulement celle-ci existe dans les artères, où elle est du double plus épaisse que dans les veines, mais elle est sans vaisseaux, très finement fibrillaire, réticulée, non modifiée par l'acide acétique.

Sur les coupes, comme par l'isolement par dilacération des parties, on peut de plus mettre en évidence cette mince tunique de Bichat; elle est ici comme un soubassement sur lequel repose l'épithélium et qui tapisse lui-même la tunique à fibres longitudinales, alors qu'elle tapisse la tunique musculo-élastique des artères d'autre part.

Ce n'est qu'en confondant en une seule deux choses aussi différentes que le sont la tunique de Bichat non vasculaire, avec la tunique vasculaire à fibres longitudinales, qu'on arrive à dire que les veines comme les artères sont composées de trois couches seulement. Ajoutons qu'à la face supérieure ou cardiaque des valvules et au niveau de celles-ci, où manque la tunique à fibres longitudinales (p. 127), la mince *tunique de Bichat* est visible, appliquée et adhérente directement sur la portion correspondante de la tunique dite *à fibres circulaires* (p. 126).

Rien de plus net, d'autre part, que les différences existant entre : 1° la tunique de Bichat; 2° la tunique à fibres longitudinales; 3° la tunique à fibres musculaires et 4° la tunique externe ou celluleuse, alors que, dans les artères, il n'y a que : 1° la tunique de Bichat; 2° la tunique musculo-élastique et 3° la tunique externe ou celluleuse.

Cette dernière même, seule vasculaire sur les artères, diffère notablement de son homonyme des veines par la quantité, le volume, la distribution et le mode d'anastomoses de ses fibres élastiques.

§ 3. — Sur les veines pulmonaires.

Rappelons que l'endocarde est l'homologue dans le cœur (Cadiat), de la tunique à fibres longitudinales des veines, avec plus ou moins d'augmentation d'épaisseur, du nombre et du volume de ses fibres élastiques. On sait, en effet, que la continuation de la membrane interne des vaisseaux dans le cœur est depuis longtemps signalée sans que les déterminations de

la structure et de l'évolution embryogénique eussent fixé la nature et les homologies des parties.

Rien de plus remarquable que le passage par continuité de tissu de cette face interne des veines caves et pulmonaires dans les oreillettes, avec augmentation graduelle d'épaisseur et de la proportion des fines fibres élastiques. En même temps, la tunique, dite à fibres circulaires des veines, se voit remplacée par des faisceaux circulaires de fibres des oreillettes, plutôt ponctués très finement que striés à proprement parler, et réciproquement anastomosés. Ce sont ces faisceaux qui se substituent en quelque sorte au tissu cellulaire de la tunique veineuse à fibres circulaires, sans interruption de sa trame élastique dont les fibres deviennent seulement plus rares, plus écartées entre les faisceaux secondaires des fibres des oreillettes. Du tissu cellulaire ou du tissu adipeux, avec lequel se continue la tunique celluleuse des veines, se trouve en outre à la surface externe de la musculeuse auriculaire.

L'examen de la structure des oreillettes fait comparativement à celui de la structure des veines, montre que la couche de fibres striées auriculaires n'est pas surajoutée aux tuniques propres des veines; que les oreillettes ne sont pas une simple dilatation ou *sinus* des veines caves ou pulmonaires en totalité, avec superposition d'une couche de fibres musculeuses cardiaques.

En suivant les veines précédentes, dès qu'on arrive aux petits faisceaux striés annulaires sus-indiqués, on constate les changements de structure décrits plus haut. Qu'il y ait ou non déjà dilatation du vaisseau, on passe là de la veine à l'oreillette. En allant de celle-ci à la veine, la limite de la cessation de la couche des faisceaux striés marque la limite ou terminaison de ce qui est oreillette et le commencement de ce qui est veine.

La continuité des faisceaux de la poche ou excavation auriculaire proprement dite avec ceux qui composent la couche annulaire un peu plus mince, qui s'étend sur ce qui a encore la largeur et la forme de veines caves ou pulmonaires, s'oppose, avec cette minceur, à l'admission de l'hypothèse de ceux qui veulent faire de ces fibres, des musculaires propres pour chaque orifice veineux auriculaire (Cruveilhier) ou un *sphincter* siégeant à l'embouchure des veines dans le cœur (Bigot, Sappey). Il n'y a déjà plus que l'endocarde au-dessous de ces faisceaux

striés comme dans le reste des oreillettes et sous la musculeuse ventriculaire. Ce n'est plus une structure veineuse qu'on trouve là.

Il résulte de là que l'oreillette gauche en particulier doit être décrite comme une cavité sanguine dont la portion supérieure est bilobée à droite et aussi à gauche (sauf les cas anormaux du nombre des veines qui s'y rendent), et dont chacun des lobes conoïdes reçoit sa veine pulmonaire distincte.

On sait, du reste, que les veines pulmonaires sont avec les sus-hépatiques de celles qui ont le trajet le plus court connu au dehors de l'organe où elles se forment. Chacune en effet n'a sur l'homme qu'une longueur d'un centimètre au plus, puis se divise en 2 ou 3 branches qui après un trajet plus court encore, pénètrent dans le hile du poumon dont le tissu les couvre.

Cette longueur varie du reste d'une espèce animale à l'autre. C'est ainsi que sur le cheval, de la poche ou oreillette proprement dite, elle va jusqu'à 5 centimètres, dont 4 centimètres sont parfois recouverts de fibres rouges continues avec celles de l'oreillette gauche. Ces fibres sont obliquement circulaires et recouvrent certaines des veines moins haut sur une de leurs moitiés que sur l'autre avec des différences à cet égard qui peuvent être de 1 centimètre environ, sans présenter dans cette étendue un aspect d'épaississement sphinctérien. La couche qu'elles forment va graduellement en diminuant d'épaisseur, mais leur couleur montre nettement le niveau où elles cessent d'exister.

Au delà de cette ligne de terminaison, les veines se montrent avec leur teinte jaunâtre, la minceur, la mollesse et la demi-transparence de leurs parois qui est propre à ces vaisseaux.

L'examen du tissu élastique des veines pulmonaires en particulier, montre on ne peut plus nettement que la teinte jaunâtre et autres caractères *artériels* de leur paroi, résulte de la manière dont les fibres élastiques réfléchissent et réfractent la lumière.

Sans différer en quoi que ce soit au fond des autres veines, celles-ci montrent en effet une proportion de fibres élastiques notablement supérieure à ce qu'on trouve ailleurs, prédominance marquée surtout dans la tunique dite à fibres circulaires et dans la tunique externe ou celluleuse.

Ces fibres y sont en même temps plus larges que dans les autres veines, sauf à la portion profonde ou interne de la tunique dite cellulaire. Elles y sont en outre disposées comme parallèlement ou en bandes parallèles longitudinales, écartées de $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$, anastomosées réciproquement dans les deux sens et formant ainsi des mailles polygonales à angle net. Elles sont droites, c'est-à-dire peu ou pas flexueuses ; sur les coupes transversales des veines pourtant, elles le sont plus et paraissent plus nombreuses, plus rapprochées que sur les coupes en long.

Quant aux fibres-cellules, elles ne se trouvent que près de la face interne de la tunique dite à fibres circulaires, près de la tunique de Bichat, en moins grand nombre que dans les autres veines et disposées en faisceaux plus petits, la plupart circulaires. Les faisceaux de fibres longitudinales sont épars, plus externes et plus gros que les autres.

§ 4. — Veines pulmonaires du mouton et du cheval.

La série des faits précédents est plus nette encore s'il est possible sur le mouton que sur l'homme. Bien que partout les fibres élastiques y soient plus fines que dans les veines de l'homme, elles y sont plus nombreuses. Le fait est très manifeste pour la tunique à fibres longitudinales. Rien de plus net que le passage de celle-ci toute seule, avec la tunique de Bichat, sous les faisceaux striés auriculaires, dès les premiers qu'on trouve en passant de la veine à l'oreillette. Rien de plus net à ce niveau que la séparation de la tunique dite à fibres circulaires et de la celluleuse qui recouvre celle-ci. La tunique celluleuse remonte en quelque sorte, en se continuant comme péricarde viscéral, sur la face externe de ces premiers faisceaux striés, en même temps qu'une portion sous forme de lames ou couche mince pénètre entre ces faisceaux et y porte des fibres élastiques, du tissu cellulaire et des capillaires.

La tunique dite à fibres circulaires en particulier, plus riche en fibres élastiques que sur l'homme, manque tout à fait de fibres-cellules, qu'on voit pourtant dans les veines pulmonaires de ce dernier.

Rien de plus remarquable sur le cheval que la constitution en

oreillette et non en veine pulmonaire de portion auriculaire prolongée vers les poumons (p. 130), que l'existence de l'endocarde seulement à la face interne de la couche de faisceaux striés, sans que ces derniers soient appliqués sur une veine, sur la veine pulmonaire elle-même.

Sur le cheval adulte, dès que de la veine on passe sous la couche à faisceaux striés de l'oreillette gauche, on suit l'endocarde avec une épaisseur de $0^{mm},2$ seulement ou environ.

La couche des faisceaux striés autour de ces prolongements de l'oreillette gauche, est épaisse de 2 millimètres ou à peu près. Elle est composée de faisceaux circulaires en dehors qui en représentent la portion la plus notable. En dedans, sont des faisceaux longitudinaux, d'autant plus obliques, tendant d'autant plus à devenir circulaires qu'on remonte plus vers le point où ils cessent d'exister.

Lorsqu'on étudie les coupes en passant de la veine aux prolongements à fibres striées de l'oreillette, on voit que leurs faisceaux prennent la place de la tunique moyenne et de la tunique externe de la même manière que chez l'homme et les remplacent complètement. Seulement, sur une longueur de 3 à 5 millimètres, une très mince épaisseur des fibres-cellules les plus internes de la tunique à fibres circulaires, reste adhérente à la tunique à fibres longitudinales devenant endocarde, interposée à elle et aux faisceaux striés ; puis cette mince portion de fibres-cellules s'amincissant de plus en plus à mesure qu'on pénètre dans l'oreillette du cheval disparaît tout à fait.

La tunique externe ou celluleuse des veines pulmonaires du cheval, ne présente rien qu'il y ait à signaler à côté de ce qui a été noté sur l'homme et le mouton, si ce n'est la quantité, la finesse de ses fibres élastiques et le petit nombre relatif de leurs anastomoses à côté de celles de la tunique sous-jacente dite à fibres circulaires.

Sur les veines pulmonaires du cheval, les fibres élastiques sont d'une manière générale plus nombreuses encore que dans les animaux précédents et concourent à leur donner la coloration jaunâtre dite artérieuse qu'elles présentent.

Ce qui a été indiqué plus haut (p. 128) sur la constitution commune des veines par des fibres élastiques disposées d'une manière générale en tube, et entre lesquelles sont diversement

disposés d'autres éléments, est peut-être plus frappant encore ici qu'ailleurs.

Les fibres de la tunique longitudinale y sont très fines, souvent anastomosées, rapprochées. Cette tunique ne dépasse guère une épaisseur de 0mm,02. Ces particularités seules la rendent très distincte de la tunique dite à fibres circulaires et à fibres élastiques plus larges, disposées en longues mailles anguleuses quadrilatères, qui est la plus épaisse de toutes celles de la paroi veineuse. Mais c'est dans la portion extérieure de cette veine que les fibres élastiques sont à la fois les plus larges et les plus grosses, isolées ou rapprochées en bandes longitudinales, plutôt qu'en faisceaux; elles présentent du reste dans cette tunique les dispositions les plus variées au point de vue de leurs anastomoses réciproques, de leur rapprochement ou au contraire de leur écartement, etc.

Nous avons déjà vu que la tunique dite à fibres circulaires est remarquable sur le cheval, par le nombre et la netteté des mailles de ses fibres élastiques; dans toute son épaisseur les fibres y sont disposées comme sur l'homme et sur le mouton en mailles anguleuses quadrilatères. Ces fibres forment là comme des bandes parallèles brillantes ayant quelque analogie avec celles qui sont dans les grosses artères. De plus ces mailles sont presque entièrement remplies régulièrement de fibres-cellules dans sa portion profonde ou interne, tandis que dans la portion extérieure de cette tunique ces mailles élastiques ne renferment que des fibres et vaisseaux du tissu cellulaire.

Dans la portion des veines pulmonaires qui sur une longueur de 1 centimètre environ s'étend des prolongements auriculaires à faisceaux striés notés ci-dessus jusqu'au hile du poumon la portion de cette tunique qui est formée surtout de fibres cellules serrées et toutes circulaires est épaisse de 1 millimètre; la portion qui ne renferme pas de ces fibres, mais celles du tissu cellulaire seulement, est épaisse de un demi-millimètre ou environ. Elles y sont du reste plus rapprochées, plus serrées, moins faciles à dissocier que celles de la tunique externe ou celluleuse.

Nous avons signalé plus haut comment une mince couche de ces fibres-cellules accompagne d'abord du côté de l'oreiilette la tunique à fibres longitudinales devenant endocarde (p. 132).

Dans la portion de ce cette tuniqne où sont les fibres-cellules,

elle ressemble presque à une tunique intestinale avec persistance de fibres élastiques en mailles quadrilatères parallélogrammiques.

Ces fibres-cellules donnent du reste à cette tunique un aspect sensiblement différent de ce qui est, lorsque avec des mailles élastiques de même forme, elle ne contient que des fibres du tissu cellulaire; si n'était la similitude de disposition des fibres élastiques et en poussant à l'extrême la tendance à la division en couche de ces parois, on pourrait se laisser aller à faire deux tuniques de celle-ci. Quant à l'aspect et à la distribution des fibres élastiques ils diffèrent trop ici de ce qu'ils sont dans la tunique celluleuse, pour qu'on confonde cette portion externe de la tunique à fibres circulaires avec la tunique celluleuse de la veine pulmonaire.

Du reste, au fur et à mesure qu'on suit plus avant ces veines dans le poumon, la distinction entre la portion externe manquant de fibres-cellules de la tunique à fibres circulaires et la tunique celluleuse extérieure, à gros faisceaux ou nappes de fibres élastiques rapprochées, disparaît de plus en plus.

On ne trouve ces veines composées que : 1° de la très mince tunique de Bichat, 2° d'une tunique à fibres longitudinales fines de plus en plus mince, 3° de la tunique à fibres-cellules circulaires et de sa portion externe composée de fibres du tissu cellulaire et de fibres élastiques comme il a été dit plus haut, mais sans fibres musculaires. De là on arrive à du tissu cellulaire sans caractères propres, puis à la trame même du poumon.

La plus nette anatomiquement, la plus jaunâtre, la plus résistante de ces tuniques veineuses est ici la tunique à fibres circulaires, moins épaisse que la tunique de tissu cellulaire sans fibres-cellules, plus transparente, à fibres élastiques plus grosses, plus flexueuses, qui les recouvre en dehors et s'enlève avec elle.

A mesure que du hile pulmonaire on pénètre dans l'organe, on voit les fibres élastiques de la tunique à fibres circulaires devenir plus fines, former des mailles plus étroites et plus courtes, remplies par des fibres-cellules, qui par suite semblent plus serrées, plus rapprochées, plus petites, mais toujours très nettes.

§ 5. — Veines caves du cheval.

La richesse en fibres élastiques des parois des veines du che-

val a frappé depuis longtemps les anatomistes, qui en indiquent la présence d'après leur seul aspect à l'œil nu (Rigot, Lavocat. *Anat. des an. domestiques*, 1848, 5e livr. in-8, p. 38). Ils leurs distinguent une tunique interne mince, tenace, une *mitoyenne* filamenteuse, une *externe* épaisse. Ils notent l'absence de valvules dans les veines caves, même la supérieure. Nous en avons pourtant trouvé et préparé une très belle dans la veine cave antérieure (supérieure), à 1 ou 2 centimètres environ au-dessus de son abouchement dans l'oreillette.

Dans le tube à parois de fibres élastiques qui représentent les veines caves inférieures et supérieures du cheval, on ne voit ces fibres rendues distinctes en somme que sous deux couches, par les éléments musculaires et du tissu cellulaire qui leur sont interposés et les écartent.

Du dedans au dehors ce sont:

1° Une tunique mince, tenace, relativement opaque, à fibres-cellules circulaires, serrées entre des mailles de fibres élastiques minces, surtout longitudinales. Elle a en somme la structure de son homologue déjà décrite dans les veines pulmonaires avec pourtant bien moins de fibres-cellules et à mailles quadrilatères plus étroites, limitées par des fibres plus fines et plus flexueuses; elle forme assez exactement le tiers de l'épaisseur de la totalité de la paroi veineuse. Les fibres musculaires n'y sont pas disposées en faisceaux comme chez l'homme où ils sont parfois un peu écartés les uns des autres. Elles y sont en quelque sorte en faisceaux qui ne sont séparés les uns des autres que par les fibres élastiques dont elles remplissent les mailles.

Les fibres-cellules vont en diminuant de proportions dans cette tunique et sont remplacées par du tissu cellulaire à mesure que de la portion sus-diaphragmatique de la veine cave on va aux veines sous-diaphragmatiques. La veine cave inférieure en contient en outre plus que la veine cave supérieure ou antérieure.

Contrairement à ce qu'on avait dit, il n'y a pas de faisceaux de fibres-cellules disposés en long dans cette musculeuse des veines.

Un fort grossissement fait distinguer à la face interne de cette tunique : *a*, une portion épaisse de $0^{mm},2$ environ à fibres élastiques longitudinales flexueuses, avec interposition des noyaux,

des cellules fibro-plastiques et des fibres du tissu cellulaire seulement, sans traces de fibres-cellules. C'est cette tunique à fibres longitudinales qui passe à l'état d'endocarde à l'entrée des oreillettes, qui est formée de fibres très nettes et n'a rien qui plus que les autres tuniques lui mérite le nom de *fibroïde*.

b. Cette tunique à fibres longitudinales est elle-même comme dépassée en dedans encore sur une épaisseur de moins d'un centième de millimètre, d'un soubassement hyalin, avec quelques fibrilles élastiques très fines, anastomosées en réseau ; soubassement représentant la tunique de Bichat et supportant l'épithélium des veines.

Ici pas plus qu'ailleurs dans les artères et les veines, rien ne mérite le nom de *fibroïde*, tout est nettement fibreux, à fibres plus ou moins fines, élastiques et du tissu cellulaire.

2° Extérieurement à la tunique à fibres musculaires ci-dessus se voit une tunique formant au moins les deux tiers de l'épaisseur des parois veineuses, composée d'une manière assez uniforme de presque autant de fibres élastiques longitudinales anastomosées que de faisceaux de tissu cellulaire, avec çà et là des *vasa-vasorum*. Elle est séparable par la dissection de la musculeuse, facile à dissocier en fibres élastiques dans le sens longitudinal.

Les fibres élastiques, surtout dans les veines caves inférieures y sont au moins aussi abondantes que sur les veines pulmonaires.

Le tissu de cette partie extérieure des veines caves offre un peu de laxité, plus de faisceaux de fibres du tissu cellulaire, moins de fibres élastiques à sa portion interne adhérente à la face externe de la musculeuse qu'ailleurs; mais aucune autre particularité de texture ne se prête à sa division en tunique *mitoyenne* et tunique externe. Nous verrons seulement que, sur la veine cave inférieure spécialement, la portion externe est plus riche en fibres élastiques, disposées en nappes et anastomosées que dans sa portion avoisinant la musculeuse, plus riche que ne le sont les autres veines.

De cette tunique on passe insensiblement au tissu cellulaire peri-vasculaire, sans caractères propres, contenant bien moins de fibres élastiques, et au contraire des traînées de cellules adipeuses.

La tunique externe des veines est remarquable par sa richesse en larges fibres élastiques, longitudinales, souvent anastomo-

sées; elle en contient dans les veines caves autant que d'éléments du tissu cellulaire, avec des *vasa-vasorum*. Dans la portion superficielle de la veine cave inférieure, elle en contient plus que dans la portion plus profonde; elles y sont disposées en larges nappes à fibres rapprochées ou faisceaux aplatis, dans lesquels les fibres anastomosées entre elles et avec celles des faisceaux voisins, se dessinent à l'œil nu et offrent les dispositions de grandeur des fibres, de forme de mailles, d'anastomoses en tous sens les plus variées et des plus remarquables.

Ce sont ces faisceaux longitudinaux élastiques qui simulent des faisceaux musculaires sur la veine cave vide et ont été décrits comme tels (Cl. Bernard, *Comptes rendus et Mém. de la Soc. de Biologie*, 1849, p. 33). Mais les fibres-cellules manquent tout à fait dans cette tunique externe, à l'exception peut-être de quelques rares petits faisceaux longitudinaux, qu'on ne retrouve pas toujours et qui ressemblent à des fascicules de cette espèce d'élément.

Le reflux, le cours rétrograde du sang veineux, ici comme dans la veine cave supérieure, lorsqu'il a lieu, ne peut donc être attribué qu'aux fibres striées de la paroi de l'oreillette droite.

Comparativement à la veine cave inférieure, la supérieure ou antérieure présente plusieurs particularités à noter.

En premier lieu, c'est le petit nombre de ses fibres-cellules, disposées en petits faisceaux épars entre des fibres élastiques peu épaisses, nombreuses, flexueuses, peu anastomosées au voisinage de la partie extérieure de la tunique à fibres longitudinales; en sorte que la majeure partie de l'épaisseur du tissu de la paroi veineuse est transparente, avec la structure indiquée plus haut (p. 136), composée de fibres élastiques et de tissu cellulaire.

En second lieu, il faut noter ici une plus grande épaisseur de la tunique à fibres longitudinales et la présence dans son épaisseur de fibres élastiques flexueuses, relativement épaisses.

En troisième lieu, ce sont les fibres élastiques de la portion superficielle de la paroi celluleuse des veines qui sont longitudinales, flexueuses, peu anostomosées et moins en nappes ou faisceaux qu'à la veine cave inférieure.

Mais ce qui frappe surtout, c'est la manière dont la valvule indiquée plus haut (p. 135) interrompt en quelque sorte, comme

chez l'homme (p. 127), la couche des fibres-cellules pour se montrer nettement comme un prolongement de la portion de tunique formée de fibres élastiques et de tissu cellulaire.

La valvulve se montre en outre nettement tapissée sur sa face supérieure par la tunique à fibres longitudinales, relativement épaisse, arrivant jusqu'à son bord libre, tandis qu'au contraire cette tunique manque tout à fait sur la face cardiaque de la valvule et sur la portion correspondante de la paroi veineuse.

A quelques millimètres ou un centimètre plus loin que la valvule, en allant du côté du cœur, apparaît nettement une couche circulaire de faisceaux striés de l'oreillette; par leur ensemble ils forment du côté de la veine cave supérieure, un prolongement de l'oreillette droite, analogue à ceux de l'oreillette gauche.

Cette couche de faisceaux striés qui d'abord a moins d'un millimètre d'épaisseur, est immédiatement en dehors de la tunique à fibres longitudinales, qu'on suit nettement là jusque dans l'oreillette dont elle forme l'endocarde.

Ces faisceaux striés occupent la place qui hors du cœur est occupée par les fibres-cellules, pendant que la tunique de fibres élastiques et de tissu cellulaire se mélange à ces faisceaux striés et surtout se continue à l'extérieur de l'oreillette avec le tissu cellulaire sous-péricardique.

C'est de la même manière que sont disposées les choses du côté de la veine cave inférieure, où les faisceaux striés prolongent moins loin l'oreillette que du côté supérieur.

Comme sur l'oreillette gauche, la tunique à fibres longitudinales devenant endocarde, est accompagnée sur une hauteur de plusieurs millimètres par une faible épaisseur des fibres-cellules de la veine formant une couche qui s'amincit rapidement et cesse bientôt d'exister (p. 132).

Tous ces faits se constatent aussi nettement sur les coupes de pièces durcies non colorées que sur les autres. Seulement, le carmin colorant les fibres-cellules et le tissu cellulaire sans teinter les fibres élastiques, fait ressortir les dispositions générales de celles-ci. Le picrocarmin, comme nous l'avons déjà fait remarquer, augmente le contraste des deux teintes et rend les phénomènes d'autant plus frappants.

SUR

L'ÉQUILIBRE DES POISSONS

Par L. CHABRY

On peut considérer sous deux points de vue l'équilibre des corps plongés dans l'eau. D'après le principe d'Archimède, le poids du corps flottant est égal à celui du liquide qu'il déplace; c'est ce qu'on peut appeler l'*équilibre de poids*. En second lieu, le corps flottant ou plongé s'oriente de telle façon, que son centre de gravité se trouve le plus bas possible par rapport au centre de poussée; c'est ce qu'on peut appeler l'*équilibre de position*. Nous étudierons les phénomènes d'équilibre chez les poissons successivement à ces deux points de vue.

Equilibre de poids. — La recherche de la densité des poissons et des causes capables de la faire varier a été l'objet de nombreux travaux. Deux points principaux ont été mis hors de doute : le premier, que les poissons privés de vessie natatoire sont toujours plus lourds que l'eau; le second, que les poissons munis de vessie natatoire ont une densité variable avec la pression qu'ils supportent.

Selon M. Monoyer, parmi ces derniers, il en est qui ont habituellement un poids spécifique moins considérable que celui de l'eau dans laquelle ils se meuvent, il en est d'autres plus lourds que ce liquide. L'Ablette serait plus légère que l'eau, parce qu'elle flotte à la surface lorsqu'elle est morte ou lorsqu'on lui a coupé le bulbe rachidien et paralysé ainsi la locomotion. Au contraire, le Goujon serait plus lourd parce que, dans les mêmes circonstances, il tombe au fond de l'eau. Ces expériences nous apprennent la densité des poissons morts ou paralysés et gravement mutilés, mais ne permettent pas de conclure sur la densité réelle des animaux sains.

Moreau a surtout mis en évidence l'influence des pressions extérieures. Celles-ci ont, comme il l'a montré, un effet immédiat et un effet tardif qui, le plus souvent, sont de sens contraire. Lorsqu'un poisson passe d'une pression plus forte à une

pression plus faible (par exemple, lorsqu'il est ramené du fond de la mer à la surface), la vessie se dilate tout d'abord avec une grande énergie et proportionnellement à la diminution de la pression extérieure, de telle sorte qu'arrivé à la surface, le poisson est plus léger que l'eau et flotte sans pouvoir regagner la profondeur. Mais si le poisson ainsi allégé est maintenu quelque temps en observation et qu'il s'acclimate à sa nouvelle condition, on constate que les gaz de la vessie se résorbent en partie et qu'il reprend son ancienne densité. Il ne s'agit ici, évidemment, que des poissons dont la vessie est dépourvue de canal aérien, car lorsque ce canal existe, l'équilibre est aussitôt rétabli. Inversement, le poisson entraîné de la surface dans la profondeur est d'abord beaucoup plus lourd, par suite de la compression que subissent les gaz de la vessie, mais après quelques jours, de nouveaux gaz sont sécrétés et le volume de la vessie est restitué.

Moreau conclut de ses expériences que pour une variation temporaire de la pression extérieure, le volume de la vessie suit la loi de Mariotte, et que, sous une pression constante prolongée, le poisson finit par prendre la densité du milieu. Bien que les phénomènes aient effectivement le sens qu'il a indiqué, les faits sont loin d'avoir cette simplicité. D'une part, Hasting a démontré que la vessie se contractait toujours de quantités moindres que celles indiquées par la loi de Mariotte ; et, d'autre part, j'ai reconnu que la sécrétion et l'absorption des gaz ne tendent pas à donner au poisson la densité de la couche dans laquelle il vit, mais une densité voisine plus forte ou plus faible, selon les espèces des poissons examinés.

Dans les expériences que j'ai faites à ce sujet, je n'ai pas déterminé la densité même du poisson ; mais, ce qui revient à la même donnée, son poids dans l'eau. Dans ce but, j'enferme l'animal dans une nasse métallique, assez grande pour ne gêner en rien ses mouvements. Cette nasse est suspendue par l'intermédiaire d'un fil à la face inférieur du plateau d'une balance, et le poisson est pesé sans le sortir de son élément et sans lui faire subir aucun traumatisme. Ce procédé permet d'opérer successivement sur le même animal à diverses profondeurs d'eau et de prendre, par exemple, son poids à la surface et à plusieurs mètres en dessous. On peut également connaître

quelle influence exercent les divers agents extérieurs sur la densité du poisson. Les traumatismes que pratiquait Monoyer ont pour effet d'alourdir l'animal. Et il en est de même de l'action de l'eau éthérée dont Moreau avait conseillé l'emploi. Si en suivant notre méthode on prend, à plusieurs jours d'intervalle, la densité d'un poisson sans le sortir de l'aquarium dans lequel il vit, on reconnaît que cette densité est sensiblement constante. En général, les poissons sont plus lourds que l'eau de plusieurs centigrammes à quelques décigrammes, et cet écart s'observe aussi bien si on les pèse à la surface, que si on les pèse au fond du bassin dans lequel ils vivent. J'ai eu occasion d'examiner des poissons qui vivaient depuis un an dans les mêmes aquariums, et je n'en ai trouvé aucun qui eût la densité de l'eau. Les Labres, Crénilabres, Motelles, Grondins, Lieux, etc., sont plus lourds que l'eau (je ne cite que des poissons munis de vessie natatoire, car on sait que les poissons sans vessie sont plus lourds que l'eau). Il est aisé de rendre temporairement ces animaux plus légers en insufflant quelques bulles d'air dans leur vessie, ce qui se fait commodément en les piquant avec la seringue de Pravaz. Ils flottent quelques heures à la surface de l'eau, mais finissent par recouvrer leur densité primitive ou par mourir. Ainsi, contrairement à l'opinion de Moreau, hors les cas pathologiques ou expérimentaux, les poissons munis de vessie sont plus lourds que l'eau. Dans les aquariums, dès qu'ils cessent de nager, ils tombent au fond; aussi les voit-on lutter sans cesse par leurs mouvements contre l'action de la pesanteur, et, sous ce rapport, les conditions de la natation sont identiques à celles du vol.

Quelques poissons ont cependant une densité inférieure à celle de l'eau ; ainsi, des Mulets vivant depuis plusieurs mois en captivité et très bien portants étaient plus légers que l'eau. On voit également certains Gobies venir se reposer à la surface de l'eau et flotter immobiles.

Enfin, dans certains cas de maladie, les poissons flottent également à la surface, mais cela est assez rare sur les poissons de mer. J'ai vu un Grondin qui flotta ainsi un mois avant de mourir; mais c'est là un fait anormal. Ce que nous venons de dire de la densité des poissons ne s'applique qu'à des animaux vivant depuis longtemps à la surface, c'est-à-dire dans des bas-

sins ne mesurant pas plus de 40 centimètres de profondeur. Pour connaître la densité des poissons vivant habituellement dans de plus grands fonds, il faudrait les peser dans la couche d'eau même où on les pêche ; tout autre moyen expose à des erreurs. Je n'ai fait cette recherche que sur des Vieilles que j'ai maintenues plusieurs jours à 4 mètres de profondeur, et que j'ai trouvées constamment plus lourdes que l'eau de 1 décigramme environ.

Les gaz de la vessie natatoire sont naturellement à l'état de tension ; on peut mesurer de la manière suivante leur expansibilité et leur pression. L'appareil est formé simplement d'une canule empruntée à la seringue de Pravaz et mise en communication par un tube de caoutchouc avec un tube de verre couché horizontalement. A l'intérieur de celui-ci se meut un index formé de quelques gouttes d'eau. Le poisson mis dans un plat peu profond est piqué dans la région de la vessie. Dès que l'instrument a perforé la paroi, l'index liquide recule et le chemin qu'il parcourt mesure l'expansion des gaz. Pour connaître leur tension il suffit de ramener l'index à sa position primitive en développant sur son autre face une pression égale et de sens contraire. On remplit facilement ce but en mettant l'extrémité libre du tube horizontal en communication avec un tube vertical qu'on immerge dans l'eau de manière à faire refluer l'air emprisonné dans le tube. Le tube vertical sert en même temps de manomètre. L'expansion du gaz de la vessie chez une Vieille de mer est de un demi à un centimètre cube et leur tension soutient une colonne de 5 à 10 centimètres d'eau.

Équilibre de position. — Nous avons appelé équilibre de position, l'équilibre considéré au point de vue de l'orientation du corps du poisson. L'animal étant en équilibre de poids dans une couche de liquide donnée, on conçoit en effet qu'il puisse posséder des directions très diverses, par exemple, être couché sur le dos, ou sur le flanc, ou vertical, etc. L'équilibre de position est théoriquement indépendant de l'équilibre de poids ; il dépend non de la densité du poisson, mais de la situation relative de son centre de gravité et de son centre de poussée. Le centre de la poussée liquide n'est autre chose, comme nous le savons, que le centre de gravité de la masse d'eau déplacée par le poisson, c'est donc le centre de gravité de tout corps

homogène qui aurait même forme que lui. Si le poisson était homogène, son centre de gravité et son centre de poussée seraient confondus en un même point; l'équilibre serait *indifférent*, c'est-à-dire, que la bête conserverait indifféremment toutes les directions et ne pourrait les modifier que par le jeu des nageoires. Mais la densité des poissons est loin d'être homogène; chez tous le tissu osseux dont la densité est considérable, est inégalement réparti et la vessie natatoire, chez ceux qui sont pourvus de cet organe, ajoute encore au défaut de l'homogénéité. Il en résulte que le centre de gravité et le centre de poussée sont en général distincts. L'équilibre a lieu lorsque ces deux centres sont situés sur une même ligne verticale et il est stable si le centre de gravité est le plus bas, il est instable dans le cas contraire. Dans tous les cas où les deux centres ne sont pas sur une même verticale, l'action des forces qui y sont appliquées développe un couple dont l'action est de faire tourner l'animal pour l'amener à la position d'équibre stable. Soit L la distance des deux centres, P le poids du poisson, égal à la poussée du liquide (nous supposons que les conditions de l'équilibre de poids sont remplies), le produit LP est l'intensité maximum du couple qui maintient le poisson dans sa position d'équilibre; cette valeur maximum a lieu lorsque la ligne qui joint les deux centres est horizontale, à mesure qu'elle se rapproche de la verticale l'intensité du couple décroît proportionnellement au cosinus de l'angle formé avec l'horizon, elle devient nulle dans les deux positions d'équilibre, c'est-à-dire lorsque la ligne des centres est verticale. Nous appelons le couple maximum LP le *couple de stabilité* parce que la stabilité de l'animal lui est subordonnée.

Chaque poisson possède un équilibre naturel de position, comme il possède un équilibre naturel de poids, et nous allons nous occuper d'abord de la recherche de cet équilibre naturel. Selon Monoyer l'équilibre stable des poissons pourvus de vessie natatoire a lieu dans le décubitus dorsal, c'est-à-dire le ventre en l'air; les poissons ne pourraient donc se maintenir dans la position qui leur est habituelle que par le jeu des nageoires. Il cite le Goujon, le Barbeau, la Perche, et constate que chez ces animaux toutes les causes qui entravent la locomotion amènent le décubitus dorsal; ainsi, l'ablation des nageoires, la section du

bulbe, l'amputation des muscles moteurs de la queue ont, à ce point de vue, le même effet. L'Ablette, dans sa position d'équilibre stable aurait le ventre en l'air, la tête plus inclinée que la queue et le corps incliné à 25° sur l'horizon. On doit faire à ces expériences l'objection qu'elles nécessitent la mutilation de l'animal et que les conclusions ne valent que pour les animaux ainsi mutilés et non pour les animaux sains. J'ai répété sur divers poissons les expériences de M. Monoyer et j'ai obtenu souvent des résultats contradictoires; des Vieilles, des Pilonneaux auxquels j'avais coupé les nageoires pectorale et caudale ont continué à nager sur le ventre. Cependant tous les animaux opérés, après un temps plus ou moins long finissent par se tourner sur le dos et mourir. Mais c'est là l'effet du traumatisme *quel qu'il soit* et alors même qu'aucun organe important de la locomotion n'a été blessé, le poisson se retourne souvent sur le dos et languit ainsi quelques jours avant de mourir.

J'ai employé une autre méthode qui consiste à immobiliser l'animal sans lui faire aucun mal. Je me sers d'une petite tunique en filet de pêche léger dans laquelle j'introduis le poisson. Cette tunique est assez grande pour qu'il ne soit nullement gêné et que les mouvements des ouïes s'effectuent commodément; souvent même les nageoires pectorales peuvent sortir au travers des mailles, qui mesurent un centimètre environ et la locomotion est presque libre. Le poisson ainsi enveloppé d'un réseau de fils, après quelques efforts pour s'en débarrasser ne tarde pas à rester immobile; il obéit alors à l'action de la pesanteur et gagne le fond ou la surface selon qu'il est plus lourd ou plus léger que l'eau. Les Vieilles, les Loches (Motella), les Lieux (Gadus pollachius) gagnent le fond tandis que les Mulets si le filet n'est pas trop lourd, flottent à la surface. Ce n'est que sur les poissons flottants qu'on peut observer la position naturelle d'équilibre, pour les autres il serait à craindre qu'ils ne reposent indifféremment sur toutes les faces. Pour observer ces derniers il faut les porter dans un milieu plus dense, j'emploie de l'eau de mer additionnée de sel marin en quantité suffisante. Ce liquide n'est pas inoffensif pour le poisson, mais si son séjour n'est pas prolongé au delà des instants nécessaires à l'observation, il ne paraît pas s'en ressentir. Souvent l'animal s'agite violemment dans l'eau chargée de sel, mais on le calme en le

maintenant quelques instants immobile et il flotte ensuite sans aucun mouvement. On peut négliger le trouble que le poids du filet apporte à l'équilibre de position car, indépendamment de sa légèreté, ce poids est réparti uniformément à la surface du corps.

Daus ces conditions d'expérience on reconnaît comme l'avance M. Monoyer, que certains poissons ont leur équilibre stable dans le décubitus dorsal ou possèdent une stabilité dorsale. Ainsi, les Vieilles, introduites dans le filet se laissent couler au fond de l'eau et se tournent sur le dos; transportés dans l'eau de mer plus lourde, ils flottent le ventre en l'air. Mais ce n'est pas là une règle générale. D'autres poissons ont une stabilité ventrale; ainsi les Mulets, poissons plus légers que l'eau, les Grondins, les Loches, poissons plus lourds, flottent le dos en l'air. Je n'ai pas eu occasion d'observer les poissons cités par Monoyer, mais on ne saurait conclure, avec sécurité, leur position d'équilibre, des expériences qu'il a faites. Quelques poissons ont encore un autre équilibre; j'ai vu des Gobies dans un aquarium venir se reposer à fleur d'eau, le corps vertical, les lèvres effleurant la surface du liquide. Un *Gobiusniger* enfermé dans le filet se tient verticalement au fond de l'aquarium, l'extrémité seule de la queue reposant sur le sol. La stabilité de ces animaux n'est donc ni dorsale, ni ventrale, elle est caudale.

De très légères influences suffisent à troubler l'équilibre normal lorsqu'il a lieu sur le ventre et à le transformer en décubitus dorsal; en général, la douleur et la fatigue quelle que soient leur cause, produisent cet effet, ce qui rend ces recherches assez délicates. On peut commodément diviser les causes capables de troubler l'équilibre de position en deux catégories : celles qui agissent en déplaçant le centre de gravité, celles qui agissent en déplaçant le centre de poussée. A la vérité des deux centres se déplaçent toujours simultanément, mais selon la cause agissante, l'un fait un plus grand chemin que l'autre.

Les auteurs n'ont signalé que les causes de la seconde catégorie. Ainsi, M. Monoyer parle de la dilatation de la vessie natatoire comme favorisant le décubitus dorsal (qui, pour lui, est le seul stable). En effet l'extension des parois de la vessie se fait surtout du côté des parois inférieurs de l'abdomen (à raison de la

résistance que présente la colonne vertébrale), le centre de poussée est donc déplacé vers le bas et la stabilité ventrale diminuée. M. Monoyer met cette influence en évidence en ponctionnant la la vessie d'un poisson tourné sur le dos, on constate alors une tendance au retournement sur le ventre. J'ai constaté également que certains poissons soumis, dans un bocal clos, à l'action de pressions décroissantes, jusqu'à les amener à la surface flottaient, d'abord sur le ventre, mais que, par une raréfaction plus grande de l'atmosphère, ils finissaient par se tourner sur le dos. On constate encore que l'insufflation à l'aide de la seringue de Pravaz, de quelques bulles d'air dans la vessie d'un poisson, le fait flotter, le ventre en l'air, avec une grande stabilité. Les Gobies, dont l'équilibre normal est la situation verticale, après insufflation d'air, flottent horizontalement sur le dos. Dans toutes ces expériences la dilatation de la vessie natatoire exerce donc une action bien caractérisée.

On a pensé également que le poisson pouvait à volonté faire refluer l'air d'une région de la vessie dans une autre et déplacer ainsi son centre de poussée. Diverses considérations anatomiques rendent ce fait probable et tel est sans doute le rôle des vessies à plusieurs lobes, ou présentant des appendices et des prolongements de forme singulière; mais l'expérimentation n'a encore démontré rien de certain à ce sujet. L'opinion de M. Monoyer que les contractions partielles de la vessie aident le poisson à diriger sa tête en haut ou en bas, selon qu'il veut monter ou descendre, est jusqu'à présent dénuée de preuves et la question doit être réservée.

Les causes capables de modifier l'équilibre de position en déplaçant le centre de gravité n'ont pas moins d'importance que les précédentes. C'est ainsi qu'agissent les mouvements de flexion totale. Lorsque le poisson ploie son corps en forme d'arc, le centre de gravité et le centre de poussée se déplacent vers la concavité de l'arc, mais le déplacement du premier est plus considérable, parce que la vessie ne participe pas à la flexion des extrémités du corps. La flexion latérale sur le flanc droit, porte donc le centre de gravité à droite du centre de poussée et le couple de stabilité tend à faire tourner l'animal autour de son grand axe, de telle sorte que le côté convexe vienne à la surface. La flexion dorsale (opisthotonos) porte le centre de

gravité en haut et la flexion ventrale (emprosthotonos) le porte en bas.

Dans ces cas encore, le centre de poussée subit des déplacements de même sens, mais moins considérables, de telle sorte que marchant dans la même direction, les deux centres peuvent s'entrecroiser, et l'équilibre de stable devenir instable ou inversement. Le meilleur moyen d'étudier expérimentalement toutes ces influences, consiste à prendre un poisson mort et à le placer dans un milieu où il flotte légèrement. Il faut éviter une trop grande différence de densité, car alors l'animal flotte à plat, sur le flanc ; le liquide doit être tel que la nageoire dorsale seule affleure la surface. Dans ces conditions, le poisson peut, sans erreur sensible, être regardé comme entièrement plongé.

Un petit Lieu, mort depuis quelques heures, est mis dans une eau chargée de sel et flotte le ventre en l'air. On plie légèrement l'animal sur le ventre et il flotte aussitôt le dos en l'air ; on le plie sur un côté, et le côté opposé vient à la surface ; enfin on lui donne une concavité dorsale, et il flotte, comme au début, le ventre en l'air. Il présente donc toujours sa face convexe en haut. Les inflexions n'ont pas besoin d'être fortes, elles sont, au contraire légères, et lorsque je dis : plier l'animal sur le ventre, je n'entends pas que la ligne ventrale qui est normalement convexe doive devenir concave, il suffit qu'elle devienne moins convexe et que la tête et la queue soient abaissés légèrement. Ces mouvements sont loin d'avoir l'étendue de ceux que le poisson peut de lui-même imprimer à son corps, et il faut en conclure qu'il pourrait adopter, à volonté, chacune des positions que nous lui avons données, et en faire, par un effort musculaire, une position d'équilibre stable. On voit, par cet exemple, que le centre de gravité de certains poissons peut se déplacer successivement en haut, en bas, à droite et à gauche, du centre de poussée ; il convient de regarder comme l'équilibre naturel de position celui qui a lieu au repos de l'animal le corps étant dans la rectitude.

L'expérience que nous venons de rapporter ne réussit pas avec tous les poissons. En effet, pour que de petites inflexions du corps changent les situations relatives des centres de gravité et de poussée, il faut que la distance qui les sépare soit peu con-

sidérable et, par conséquent, le couple de stabilité assez faible. D'autres poissons possèdent un plus fort couple de stabilité, c'est-à-dire que la distance entre ces centres est, chez eux, plus étendue. Les Vieilles, après leur mort, flottent sur le dos avec une grande stabilité. On peut les plier fortement sur le ventre sans déranger leur équilibre ; j'ai même coupé les muscles du dos pour imprimer au corps des flexions plus grandes que celles permises par sa flexibilité naturelle, et je n'ai pu amener l'animal à flotter sur le ventre. Il est à remarquer que chez ces animaux la mort s'accompagne d'une contraction de la vessie qui tend à diminuer la stabilité dorsale, mais j'ai pu ponctionner et vider complètement la vessie sans amener le décubitus ventral. Il faut donc admettre que la stabilité dorsale des Vieilles est très prononcée.

En résumé, l'équilibre naturel de position a lieu selon les espèces des poissons, dans les situations les plus variées. On rencontre les décubitus dorsal, ventral, vertical et d'autres plus ou moins obliques. Le couple de stabilité est tantôt fort, et ne peut être surmonté par aucun des pouvoirs qui sont à la disposition de l'animal, tantôt assez faible pour que de légères inflexions du corps l'amènent à zéro et le fassent changer de signe. Chaque poisson possède des conditions statiques propres, et il n'y a aucune règle qui soit applicable à tous.

Le Propriétaire-gérant : Félix ALCAN.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

CONTRIBUTION

A

L'ODONTOLOGIE DES MAMMIFÈRES

Par G. POUCHET et L. CHABRY (1)

(PLANCHES V A VII.)

Malgré les nombreux et importants travaux dont l'histoire du développement des animaux a été l'objet dans le courant de ce siècle, l'embryogénie comparée des dents est encore à ses débuts. C'est à peine, en effet, si on connaît superficiellement, dans deux ou trois ordres de mammifères, le mode de formation de ces organes. Le reste des vertébrés a été moins exploré encore, et, cependant, quelles différences ne doit-on pas s'attendre à trouver, même chez l'embryon, d'une part, entre des mammifères aussi différents par leur dentition que les Rongeurs ou les Cétacés, et, d'autre part, entre ces vertébrés supérieurs et les représentants de groupes éloignés, tels que les Sélaciens, etc. (2). La rareté des embryons est le premier et le plus grand obstacle de ce genre de recherches. Sur des pièces aussi précieuses qu'un fœtus de Fourmillier ou de Baleine par exemple, on ne peut pratiquer qu'un petit nombre de coupes. La lenteur et, jusqu'à un certain point, l'insuffisance de la méthode de travail sont un autre obstacle. En effet, la dissection à la loupe est un procédé imparfait, même en s'aidant de divers réactifs, tels que l'alcool ou l'acide acétique. Nous avons également tenté en vain d'éclaircir d'un seul bloc toute la région de la mâchoire qui porte les dents, par des traitements répétés à l'essence de girofle ou à la créosote, après deshydratation préalable. On obtient ainsi des pièces plutôt translucides que transparentes et dans l'épaisseur desquelles on ne peut distinguer avec sûreté

(1) Voy. Pouchet et Chabry. *Note sur le développement de l'organe adamantin* (Soc. de Biologie, 4 déc., *Gaz. méd.*, 11 déc. 1880). — *Deuxième note, etc.* (*Ibid.*, 21 fév., *Ibid.*, 12 mars 1881). — *Troisième note, etc.* (*Ibid.*, 12 nov. 1881). — *Sur l'évolution des dents des Balænides* (*Comptes-rendus de l'Ac. d. Sc.*, 20 fév. 1882.) — *Quatrième note sur l'organe adamantin, les Balænides* (Soc. de Biologie, 18 mars 1882).

(2) Voy. sur les dents des poissons télćostéens, Pouchet, *Du développement de squelette des Poissons osseux.* (*Journ. de l'Anat.* 1878, Janv.-Fév.)

aucun organe. Nous sommes restés convaincus, après divers essais que, pour décrire la mâchoire d'un embryon, il fallait la débiter entièrement en une série de coupes comprenant toute sa longueur. Cette règle impose parfois de véritables sacrifices et cependant une série unique de coupes n'est pas toujours suffisante pour mettre à l'abri de toute erreur d'interprétation et il en faut pratiquer une seconde dans une autre direction. Joignons à cela que l'histoire d'une seul animal nécessite l'examen de plusieurs embryons à différents âges et on comprendra combien les recherches de ce genre sont patientes et laborieuses. L'état des embryons, conservés dans des liquides différents, est naturellement plus ou moins favorable. Nous en avons examiné quelques-uns qui étaient depuis très longtemps dans l'alcool et même dans l'alcool affaibli, nous les avons trouvés en général dans un état satisfaisant; ceux, au contraire, qui avaient macéré au delà de quelques années dans les chromates étaient devenus friables et ne purent être pour nous d'aucun usage. Nous rappelons ces faits, parce qu'ils montrent la nécessité de conserver de préférence dans l'alcool toutes les pièces rares. L'examen histologique peut en être pratiqué, même au bout de plus d'un demi-siècle, comme nous l'avons fait pour un fœtus d'Éléphant.

Dans notre description, nous suivons l'ordre zoologique c'est-à-dire que nous consacrons un chapitre à chaque animal. Pour éviter les nombreuses redites inséparables du sujet, nous exposons d'abord avec plus de détail la formation des dents du Mouton, nous contentant de signaler, pour les autres animaux, les différences essentielles. Cependant, le Mouton n'est pas particulièrement favorable à l'étude de la dentition, il constitue même sous plusieurs rapports un exemple désavantageux, aussi avons-nous retranché de la description que nous en donnons tout ce qui se démontre plus facilement sur d'autres animaux. Nous verrons que le Paresseux est particulièrement favorable à l'étude de la structure de la dentine et du mode d'apparition du cément. Le Cheval présente une disposition très simple de la lame dentaire; et on ne comprend bien la nature des deux dentitions successives des mammifères qu'en considérant l'évolution des dents des Sélaciens. Chaque point de l'histoire dentaire sera donc étudié sur un animal spécial et il conviendra d'étendre aux autres ce que nous disons de celui-là.

Dans le cours de ce travail, naus avons été amenés à faire l'histoire d'un autre organe dont le développement est si étroitement lié à celui des dents que les auteurs qui nous ont précédés n'ont pas su en faire la séparation et qu'ils ont ainsi créé une confusion singulière. Nous voulons parler des lèvres dont la formation par délamination a été confondue avec une involution destinée à produire les incisives. Nous la décrivons en parlant du Mouton et nous complétons l'exposé de cette question en traitant, à propos des Rongeurs, de la formation du bec de lièvre.

MOUTON.

Bourrelet gingival. — On donne le nom de bourrelet gingival (Kieferwall de Kölliker), à une masse épithéliale épaisse, blanchâtre, consistante, qui occupe à la naissance le bord libre de la gencive et disparaît par desquammation à l'époque de l'éruption des premières dents. Sur un embryon de 4 cent, cette masse offre une disposition qui varie d'une région de la mâchoire à l'autre; nous l'étudierons sucessivement au niveau des molaires, de la barre et des incisives.

Les bourrelets gingivaux présentent, dans la région molaire, la forme de prismes triangulaires; ils dessinent à la mâchoire supérieure deux saillies qui bordent à droite et à gauche la voûte palatine, et à la mâchoire inférieure, deux murs qui limitent le plancher buccal. Leur développement est précoce et ils occupent, comme on le voit dès leur première apparition, la place des futures gencives. Toutefois, il faut remarquer que les bourrelets de la mâchoire supérieure, plus écartés l'un de l'autre que ceux de la mandibule, ne leur correspondent pas verticalement, mais se placent à leur côté externe. Chaque bourrelet est séparé de la joue par un sillon qu'on peut appeler *périgingival* et c'est dans le sillon périgingival inférieur qu'est reçu le bourrelet supérieur. La figure 4 fait aisément comprendre tous ces rapports.

Dans la région de la *barre*, le bourrelet gingival est en partie saillant à l'extérieur, en partie plongé dans l'épaisseur des tissus. Cette disposition forme une transition à l'arrangement tout spécial qu'il présente dans la région incisive.

Au niveau de cette dernière, le bourrelet ne forme aucune

saillie à l'extérieur (fig. 1 et 2); c'est un prisme enfoncé dans les tissus à la manière d'un coin; sa coupe est un triangle dont la base fait partie de la surface buccale, tandis que le sommet s'avance profondément dans l'épaisseur de la mâchoire. A raison de cette disposition, nous l'appellerons *mur plongeant* par opposition au nom de *mur saillant* que nous lui donnons dans la région molaire. Ce bourrelet s'étend d'une manière continue dans toute l'étendue de l'arcade maxillaire, il existe même aux points où les dents font défaut, comme la barre (fig. 3), et la région incisive supérieure elle-même n'en est pas dépourvue, contrairement à l'affirmation de Pietkewikz.

Bien que les bourrelets gingivaux aient une existence constante et une forme parfaitement définie et qu'ils soient souvent remarquables par leur volume, ces organes n'ont cependant pas l'importance qu'on leur a accordée : leur rôle, particulièrement en ce qui touche la formation des dents, est très secondaire, et leur présence habituelle sur les gencives nous paraît devoir être expliquée de la manière suivante :

On sait que diverses cavités du corps, telles que le conduit auditif et la caisse du tympan qui chez l'adulte sont remplies d'air, sont chez l'embryon, comblées par des masses épithéliales. Il en est de même de la bouche; la plupart des vides naturels que déterminent à son intérieur l'irrégularité et le défaut d'accolement des parois, sont chez l'embryon obstrués par des épithéliums formant tantôt des crêtes, tantôt des amas circonscrits. Il en résulte que l'épaisseur de l'épithélium buccal n'est rien moins que constante; on trouve des bourrelets ou murs saillants, non seulement sur les gencives, mais à la face interne des joues (Cheval, fig. 15), au niveau du frein et sur les côtés de la langue (Veau, fig. 9; Porc, 13), et en général partout où il y a un accolement immédiat des parois de la cavité buccale. L'histoire du mur plongeant est la meilleure démonstration de cette manière de voir, et va nous donner la preuve que les bourrelets gingivaux sur lesquels les auteurs ont tant insisté, n'ont avec le développement des dents que des rapports purement accidentels.

Legros et Magitot ont vu et figuré le mur plongeant, mais ils n'ont insisté ni sur son siège, absolument limité à la région antérieure de la mâchoire, ni sur son rôle qui a trait au déve-

loppement des lèvres et non à la formation des dents. En effet ce mur occupe chez l'embryon de 4 cent. la place que prendra plus tard le sillon labio-gingival; il en présente la forme et les dimensions; à ses deux extrémités, au niveau des barres, il se relève pour se mettre de niveau avec le plancher buccal, comme fait le sillon labio-gingival qui s'atténue vers la commissure des lèvres. Comme celui-ci, il présente sa plus grande profondeur sur la ligne médiane en avant de la symphise maxillaire. On suit du reste la formation du sillon aux dépens du mur.

Sur un embryon de 14 cent., les coupes antéro-postérieures montrent qu'une fissure se forme au bord supérieur du mur plongeant. Cette fissure pénétrant de plus en plus profondément finit par le dédoubler en deux lames d'épaisseurs un peu différentes, dont l'une reste appliquée à la face postérieure de la lèvre tandis que l'autre forme le revêtement épithélial de la face antérieure des gencives (fig. 7). Sur l'embryon de 18 cent., cette délamination est achevée et la lèvre de la mâchoire inférieure est complètement isolée, tandis qu'à la mâchoire supérieure on peut encore observer le mur plongeant dans son intégrité.

Nous verrons plus loin que la lame dentaire, qui est le précurseur des organes adamantins, prend son origine sur le mur plongeant; mais cette particularité est propre au Mouton, et, tandis que chez tous les animaux un mur plongeant isole la lèvre de la gencive, ce n'est qu'à titre exceptionnel que la lame dentaire en provient comme chez le Mouton. — Telle est l'histoire du bourrelet gingival dans sa partie antérieure ; au niveau de la barre et des molaires le mur saillant ne joue aucun rôle et n'est autre chose qu'une matière de remplissage qui comble l'intervalle laissé entre la langue, les gencives et les joues.

Lame dentaire à la mâchoire inférieure. — Simultanément avec l'apparition du bourrelet gingival on voit naître la lame d'où dérivent les organes adamantins. Cette lame est une production épithéliale dont la forme varie non seulement avec les régions de la mâchoire, mais aussi avec l'âge des embryons; pour en prendre une connaissance exacte il faut l'étudier sur des coupes en série comprenant toute l'épaisseur du maxillaire et menées dans différentes directions. Nous insisterons particulièrement sur ses rapports dans la région incisive, dont l'étude est la plus difficile et a donné lieu à diverses erreurs d'interprétation.

L'état le plus simple est présenté par l'embryon de 4 cent. A cet âge, la lame dentaire de la région incisive est plane, horizontale et se détache perpendiculairement de la face interne du mur plongeant, comme on le voit aisément sur des coupes transversales (fig. 1 et 2). A partir de la 4e incisive le mur se relève peu à peu (comme nous l'avons dit), et sa face interne devient inférieure (fig. 3); pendant que s'effectue ce relèvement, la lame se reploie simultanément à angle droit, de sorte qu'elle présente sur la coupe transversale une petite portion verticale par laquelle elle se rattache au mur. En se rapprochant de la région molaire, la portion horizontale de la lame se réduit de plus en plus, au bénéfice de la portion verticale, et au niveau des molaires elle se présente sous forme d'un ruban épithélial à peu près vertical. Çà et là ce ruban peut même s'isoler du bourrelet gingival. En résumé la lame dentaire, horizontale dans la région incisive, est verticale dans la région molaire, et le passage d'une forme à l'autre a lieu, dans la barre, par une portion repliée à angle droit et présentant à la fois les deux dispositions. Par ce changement de direction la face de la lame qui est inférieure dans la région incisive devient externe dans la région molaire. On remarquera que les organes adamantins suivent cette rotation et naissent toujours sur le même côté. Les deux faces de la lame dentaire jouissent donc de propriétés différentes, puisqu'une seule d'entre elles est apte à produire des organes adamantins, et nous pourrons désormais éviter les appellations changeantes de face externe et de face interne (sur certains animaux, tels que les Sélaciens, cette face est postérieure) en désignant uniformément sous le nom de *face adamantine* la face de la lame dentaire qui produit les organes adamantins. Sur les embryons un peu âgés de la plupart des animaux que nous étudierons, la face adamantine est irrégulière, bourgeonnante et adhère intimement au tissu conjonctif par une sorte de pénétration réciproque. L'autre face, que nous nommerons par opposition *face abadamantine*, présente des caractères tout différents, elle est plane, lisse et peu adhérente aux tissus voisins. Lorsque ceux-ci sont rétractés par l'action des réactifs, il se forme de ce côté entre eux et la lame, des écartements ou des dissociations plus ou moins étendues qu'on retrouve sur un grand nombre de coupes.

Les deux faces de la lame ne diffèrent pas moins par leur structure histologique, mais comme nous reviendrons à diverses reprises sur ce sujet, nous n'insistons pas à présent sur les caractères de cet ordre. Il nous suffit d'avoir appelé l'attention sur un ensemble de différences remarquables qui justifie la création d'appellations distinctes pour les deux faces de la lame dentaire.

Organes adamantins à la mâchoire inférieure. — Ces petits corps qui sont la première indication des dents, sont des formations épithéliales dépendant de la lame dentaire. Leur volume est d'autant plus considérable sur un même fœtus, qu'on les examine en un point plus reculé de la mâchoire. Celui de la première incisive, sur un Mouton de 4 centimètres, n'est représenté que par une légère impression à la face inférieure de la lame dentaire près de son bord libre (fig. 1); les suivants ont la forme d'écuelles plus ou moins profondes, mais tous sont sessiles et naissent de la face adamantine de la lame au voisinage de son bord libre. Les organes adamantins des dernières molaires, à raison du peu de profondeur de la lame à ce niveau, semblent provenir directement du bourrelet gingival (fig. 4).

Sur les embryons de 5 à 10 cent., la disposition est plus compliquée, mais se rattache aisément à la précédente. A cet âge les germes adamantins, primitivement sessiles, sont pédiculés. Dans la région incisive les pédicules ont la forme de rubans qui descendent verticalement de la lame horizontale; on peut considérer à ces pédicules deux faces et quatre bords. La face antérieure regarde un peu en dedans et la face postérieure regarde en dehors; le bord supérieur adhère à la lame dentaire et son insertion s'étend depuis le bord libre de celle-ci jusqu'au voisinage de son bord externe. Le bord inférieur du pédicule est en rapport avec l'organe adamantin, le bord externe est libre et le bord interne se trouve, comme le bord supérieur, en connexion avec la lame dentaire par suite d'une disposition nouvelle de celle-ci, qu'il reste à décrire. Le bord libre de la lame que nous avons vu rectiligne et horizontal sur l'embryon de 4 cent., s'est par le progrès de l'âge replié à angle droit et la coupe transversale de la lame figure, à cette époque, un équerre dont la branche horizontale est en connexion avec l'épithélium du mur plongeant et dont la branche verticale descend librement dans

la profondeur des tissus. Cette portion descendante ne présente pas partout la même hauteur, elle est plus développée vis-à-vis de chaque organe adamantin et elle forme ainsi autant de lobes que l'on compte d'incisives. Chacun de ces lobes, situé dans un plan vertical, présente une face interne libre et une face externe sur laquelle s'insère le bord interne vertical du pédicule de l'organe adamantin. En d'autres termes, la lame dentaire forme une gouttière renversée, dont la paroi interne, verticale, est découpée en festons et dont la concavité est interrompue de distance en distance par des cloisons transversales situées au niveau des lobes ; ces cloisons sont les pédicules des germes adamantins.

A partir de cet état, qui appartient aux embryons de 5 à 10 cent., la lame ne subit que des changements fort simples. Les lobes ou festons verticaux s'accroissent et se portent profondément (1) au-dessous du plan des organes adamantins de première dentition, où ils donnent naissance aux germes de la dentition permanente. Ce sont ces lobes accrus, que les auteurs ont désigné sous le nom impropre de *pédicules secondaires*. Ce ne sont pas en effets des pédicules nés des premiers organes adamantins, mais des prolongements descendants de la lame dentaire au niveau de ces organes. En parlant de la formation des vraies molaires nous reviendrons sur ce sujet et nous ferons ressortir les conséquences qui découlent de l'exacte interprétation des faits.

Il nous reste à étudier la disparition de la lame dentaire ; la résorption de cet organe débute par le plateau horizontal, adhérent au mur plongeant. Ce plateau se perfore d'abord de trous nombreux et se transforme en un réseau que montre bien les coupes menées horizontalement dans son plan. La raréfaction du tissu se poursuivant, ce réseau se réduit à des globules épidermiques épars, dont la disparition complète ne s'effectue qu'avec une grande lenteur, si même elle s'effectue complètement.

(1) En disant qu'un organe « se porte » de tel ou tel côté, nous n'entendons pas indiquer autre chose que le changement de place qu'il finit par offrir relativement à d'autres organes, et non d'une manière absolue la pénétration d'un tissu dans un autre, phénomène d'ailleurs fréquent en anatomie générale, et qui s'observe tout spécialement dans l'évolution des dents. L'étude du déplacement réciproque *vrai* des différents organes constituant, par exemple, la mâchoire inférieure, serait probablement un sujet intéressant, mais ce n'est pas lui que nous avions en vue dans nos recherches. Ainsi il serait possible qu'en portant de ce côté l'attention, on vit l'organe adamantin rester en place relativement à l'axe de la mâchoire ou du cartilage de Meckel, par exemple, et la gencive s'éloigner de lui.

Avant d'aborder l'étude de la lame dentaire à la mâchoire supérieure, nous allons faire connaître les rapports qu'offrent entre eux les organes adamantins des incisives. L'étude de ces rapports, qui a été négligée jusqu'à ce jour, nous montrera que le Mouton est un animal peu propre aux recherches sur le développement des dents. En effet, non seulement la lame dentaire présente dans la région incisive un reploiement spécial, mais encore la répartition des organes adamantins à sa face inférieure est très irrégulière. De bonne heure les rapports de ces organes entre eux diffèrent de ceux qu'offriront les incisives; sur des embryons de 18 à 20 cent. ces germes adamantins au lieu d'être rangés, comme les dents, sur un arc de cercle, sont disposés dans chaque moitié de la mâchoire sur deux rangées antéro-postérieures. De ces deux rangées parallèles, l'interne est formée par les follicules des 1re et 2e incisives situés l'un au-devant de l'autre; l'externe, qui dépasse en arrière la précédente, comprend les follicules des 3e et 4e incisives. La figure 6 qui représente la projection des quatre incisives et de la moitié de la mâchoire correspondante sur un plan horizontal, fait aisément comprendre cette disposition : chaque dent occupe sur cette figure la place qu'elle conservera plus tard, à l'exception de la 2e incisive qui est rejetée en arrière de la 1re et en dedans des deux suivantes. Les germes dentaires sont en outre plongés à des profondeurs très inégales. On peut s'en rendre compte en les projetant sur le plan médian du corps; ils affectent alors les rapports que montre la figure 7, dessinée d'après un mouton de 14 cent. On reconnaît sur cette figure que plus les follicules dentaires sont voisins de la ligne médiane, plus ils sont profondément enfouis dans l'épaisseur du plancher buccal.

Les 3e et 4e incisives sont à peu près situées dans un même plan horizontal; la 2e est au-dessous et un peu en avant des précédentes, la 1re est au-dessous et en avant de la seconde. Il est facile de comprendre, d'après cette description et les figures qui l'accompagnent, qu'il n'est pas rare de rencontrer sur une seule coupe frontale deux et même trois germes dentaires, dont les rapports avec la lame sont fort difficiles à analyser. Ajoutons en terminant l'étude de cette région, que tous ces organes adamantins ont leur grand axe dirigé horizontalement et qu'ils sont

d'autant plus développés, qu'ils appartiennent à une dent plus antérieure.

Lame dentaire à la mâchoire supérieure. — Le développement de la lame dentaire se fait à cette mâchoire d'une manière très analogue à ce que nous venons de voir sur l'autre. Les principales différences s'observent à l'extrémité antérieure qui est, comme on sait, dépourvue de dents. Dans la région qui correspond verticalement à la deuxième incisive inférieure, sur un embryon mesurant un peu moins de 5 centimètres, la lame se présente comme un petit prolongement aplati et vertical du bord profond du mur plongeant; elle s'en distingue uniquement par un brusque changement de volume que montre la figure 2. Plus en avant la lame se confond insensiblement avec la crête du mur sans qu'il soit possible de lui assigner une limite antérieure. Ainsi, non seulement la région incisive des ruminants, ne présente aucun vestige de dents, contrairement à ce qu'on avait cru à une certaine époque mais elle ne possède pas même de lame dentaire différentiée, dans toute son étendue. Ce dernier fait est remarquable, car la lame est un organe bien défini, rarement fragmenté, et dont l'existence n'est nullement subordonnée à la présence d'organes adamantins; nous verrons, en effet, qu'elle s'étend d'une manière continue dans toute l'étendue de la barre, aux deux mâchoires, chez les Ruminants et les Solipèdes et qu'on la retrouve parfaitement développée dans les vastes étendues dépourvues de dents de la mâchoire des Édentés. Il faut également noter que la lame dentaire n'occupe pas par rapport au mur plongeant la même situation aux deux mâchoires du même animal; nouvelle preuve de l'assertion que nous avons émise, qu'il n'existe, entre ces deux productions épithéliales, aucun rapport embryogénique nécessaire.

Formation des vraies molaires. — Nous abordons l'étude de la dentition permanente par la formation des vraies molaires, c'est-à-dire, des dents définitives qui n'ont pas de prédécesseurs verticaux. L'organe adamantin de la première vraie molaire apparaît sur le fœtus de 8 cent. au niveau de l'extrémité postérieure de la gencive. Les germes des molaires suivantes se forment non plus dans la branche horizontale du maxillaire inférieur, mais sur la face interne de la branche montante, ou, plus exactement, au niveau de l'angle de la mâchoire. Ces germes

viennent plus tard se présenter successivement à l'extrémité postérieure de la gencive, par suite du déplacement en arrière de la branche montante (1).

La première apparition des vraies molaires, à la face interne de la branche montante, a lieu dans une gouttière osseuse, qui se convertit de bonne heure en un canal osseux, prolongé jusqu'à l'épine de Spix. Ces dents sont donc à une certaine époque entourées d'os de tous côtés; plus tard, par suite de la rétrogradation de l'apophyse montante et de la résorption de la paroi supérieure du canal osseux, les vraies molaires viennent successivement faire éruption à l'extrémité postérieure de la gencive.

Les germes adamantins des vraies molaires se développent de la manière suivante : la lame dentaire primitivement limitée à la région antérieure de la mâchoire, s'étend en arrière et lorsqu'elle atteint l'extrémité postérieure de la gencive donne naissance à l'organe adamantin de la première molaire. La figure 5 est une coupe horizontale qui montre l'état de la mâchoire inférieure, à cette époque. Cette figure a été obtenue en superposant les dessins faits à la chambre claire, de quatre coupes horizontales passant à des niveaux différents par les points d'attache de chacun des organes adamantins représentés. Ces organes ayant été coupés à peu près suivant leur plus grande section, on voit que leur volume augmente d'avant en arrière pour les trois premiers (molaires de lait) et que le dernier (première vraie molaire) développé à l'extrémité postérieure de la lame est très petit. — Nous insistons sur ce fait que le développement de la première molaire marque une période d'arrêt dans le développement de la lame dentaire.

La formation de la seconde molaire, qui survient peu après, aurait lieu selon Legros et Magitot, par un bourgeon épithélial naissant du collet du dernier organe adamantin et comparable au cordon secondaire que ces auteurs admettent pour chaque dent de remplacement. Nous avons déjà parlé de ces cordons ou pédicules secondaires et nous avons dit qu'ils ne naissaient pas des organes adamantins de la première dentition, mais re-

(1) Nous laissons de côté ce qui a trait au mécanisme de ce déplacement que l'on a attribué à la résorption du bord antérieur de la branche montante et à l'accroissement simultané de son bord postérieur.

présentant de véritables lobes descendants de la lame dentaire elle-même; c'est par suite de la même erreur d'interprétation que l'on a pris ici pour un bourgeonnement du dernier organe adamantin, ce qui n'est que le prolongement de la lame en arrière. Ces prétendus bourgeons offrent en effet tout les caractères de situation de forme et de structure de la lame elle-même.

VEAU.

Bien que nous ayons fait sur la plupart des animaux soumis à notre observation, une étude aussi longue que sur le Mouton, c'est-à-dire, que nous ayons pratiqué des coupes en série, comprenant toute la mâchoire et souvent dans deux directions différentes, nous ne nous attarderons pas à des descriptions minutieuses sans utilité. Nous nous bornerons à signaler, en suivant le même ordre, les principales différences présentées par les organes dentaires embryonnaires.

La dentition de l'embryon de Veau de 9 cent. est fort semblable à celle du Mouton de 6 cent. Toutefois, dans la région incisive de la mâchoire inférieure, la lame dentaire ne provient pas du mur plongeant, mais il existe en dedans de celui-ci un second mur épithélial plus petit, qui s'enfonce également en forme de coin dans les tissus. C'est du bord inférieur de ce mur supplémentaire que naît la lame dentaire (fig. 8). Ce petit mur plongeant, de même que le mur principal, fait suite au bourrelet gingival de la région molaire. Cette disposition vient à l'appui de ce que nous avons dit touchant le rôle de ces formations épithéliales. Dans ce cas le vrai mur plongeant concourt uniquement à la formation de la lèvre et peut-être serait-il bon à raison de ce rôle constant chez tous les animaux, de l'appeler *mur labio-gingival*. L'origine de la lame dentaire est donc plus simple et plus uniforme chez le Veau, puisqu'elle provient, dans toute l'étendue de la mâchoire, d'un revêtement épithélial épaissi de la face supérieure de la gencive, tandis que chez le Mouton elle provient, au niveau des incisives, du revêtement de la face latérale de la gencive.

La lame dentaire présente du reste des formes variées selon les points où on l'examine. Les coupes transversales la montrent tantôt droite, tantôt repliée en forme d'arc ou d'équerre à concavité dirigée en dehors. Horizontale dans la région incisive,

comme chez le Mouton, elle devient verticale dans la région molaire, et les organes adamantins sont toujours attachés à la même face. Sur l'embryon de 9 cent. on assiste à la formation de leurs pédicules. Sur des embryons plus jeunes, le germe adamantin semble naître du bord libre de la lame dentaire et être une transformation *totius substantiæ* de ses éléments. A un premier examen on pourrait croire que la lame perd en quelque sorte sa continuité au niveau des points où elle donne naissance aux organes adamantins; mais il n'en est rien, le bourgeonnement n'a lieu que sur sa face adamantine et la continuité de l'organe est assurée, pour ainsi dire, par l'intégrité de la face interne, comme nous l'avons déjà noté chez le Mouton. A mesure que se développent les organes adamantins, la lame s'en isole, au reste, de plus en plus et ne tarde pas à recouvrer sa première indépendance. Son bord libre fait d'abord une légère saillie sur la face interne de l'organe adamantin avec lequel il semblait confondu; cette saillie se dessine à une hauteur variable sur le flanc de l'organe, s'accroît de haut en bas et descend profondément pour donner naissance à la dent permanente. La lame dentaire ayant été d'abord adhérente à l'organe adamantin, s'en détache donc par un mécanisme qu'on a facilement pu confondre avec un bourgeonnement. Mais on se mettra à l'abri de cette erreur d'interprétation en examinant toute la série des coupes transversales faites au niveau d'une dent. L'examen de ces coupes montre de la manière la plus évidente que le soi-disant bourgeon est en parfaite continuité avec les portions de la lame dentaire qui s'étendent de la dent considérée à ses deux voisines. Cette continuité est des plus faciles à suivre, surtout si on prend comme point de repère le bord inférieur arrondi de la lame. Dans l'hypothèse d'un bourgeonnement de l'organe adamantin, il serait bien singulier que celui-ci se produisit précisément de manière à réunir les deux tronçons de la lame dentaire interrompus par la formation de l'organe adamantin.

PORC.

La disposition générale est la même que chez le Mouton. Les principales différences portent sur le mur plongeant et sur le bourrelet gingival de la région molaire. Sur un fœtus de

7 cent., la face supérieure de la mâchoire inférieure est marquée de deux gouttières larges et peu profondes qui la divisent dans le sens de sa longueur en trois régions, de largeurs à peu près égales. De ces trois régions, la médiane est formée par le plancher buccal et par les deux gencives dans l'épaisseur desquelles se voient les organes adamantins (fig. 10, 11 et 12); les régions latérales sont formées par les lèvres extrêmement épaisses. — La gouttière labio-gingivale qui sépare la région médiane des deux autres, se continue en arrière avec le sillon qui sépare la joue de la gencive (fig. 13). Chez le Porc, contrairement à ce que nous avons vu dans les deux espèces précédentes, la lèvre est donc, dès le début, distincte de la mâchoire. Cependant, il n'en existe pas moins un petit mur plongeant qui prend naissance soit au fond de la gouttière labio-gingivale, soit sur ses parois latérales internes. Ce petit mur est, comme chez les Ruminants, limité à la région antérieure de la mâchoire, et ne s'étend pas au delà des commissures labiales. Sur la coupe transversale, sa forme est à peu près celle que nous avons décrite chez le Mouton et chez le Veau, mais à cause de son exiguité, il ne prend à la formation de la lèvre qu'une part peu considérable. Sous ce rapport, le Porc est, pour ainsi dire, intermédiaire entre les deux animaux que nous venons d'étudier. Au niveau des premières incisives, la lame dentaire naît du mur plongeant; mais en arrière, elle naît directement d'une épaisse couche d'épithélium qui tapisse le sommet de la gencive. Cet épithélium, véritable bourrelet gingival, qu'on retrouve au niveau des molaires, recouvre également les parois de la gouttière labio-gingivale et la lèvre; il forme au-dessus de toutes ces parties une nappe ou un tapis épais, dont la plus grande puissance correspond au fond même de la gouttière.

Comme le Porc a la gueule largement fendue, une partie de la région molaire se trouve en avant de la commissure des lèvres, mais les coupes transversales ne présentent pas de grandes différences en avant ou en arrière de la commissure. La joue fait suite à la lèvre et un sillon la sépare de la gencive. Le bourrelet gingival présente à ce niveau une forme remarquable : ce n'est pas une crête ou un mur saillant, mais une vaste nappe épithéliale qui revêt uniformément les gencives et les joues, remonte jusqu'à la mâchoire supérieure et cesse brus-

quement à la limite de la voûte palatine. A la mâchoire inférieure, cette même nappe s'étend jusque sur les côtés du frein de la langue (fig. 13).

Dans toute l'étendue de la mâchoire, la lame est continue et présente une faible hauteur. Les organes adamantins naissent immédiatement de son bord profond. En arrière de la dernière molaire, elle se continue dans une faible étendue et possède une grande hauteur verticale. Sa composition histologique peut servir de type, et sa description complètera ce que nous avons dit plus haut, touchant les différences d'aspect et de propriété que possèdent ses deux faces. Les cellules superficielles de la face interne sont cylindriques et allongées perpendiculairement à la surface, de même que celles qui occupent le bord libre; mais sur la face externe ou adamantine, elles sont petites et plutôt cubiques ou aplaties. La transition entre les deux formes de cellules se fait d'une manière presque brusque au voisinage du bord libre sur la lèvre externe de ce bord. Enfin, la masse même de la lame est composée d'éléments polyédriques, se distinguant des précédents par l'absence de granulations et par une transparence qui rappelle déjà celle des cellules de la gelée adamantine.

Tel est l'état de la dentition sur un embryon de 7 cent.; un fœtus un peu plus gros, de 12 cent. par exemple, nous présente un stade de développement plus avancé que nous ne décrirons pas ici, car il reproduit une disposition que nous étudierons avec détail sur le Cheval de 21 cent. Notons simplement que la lame présente alors au niveau de chaque dent de lait une hauteur plus considérable, c'est-à-dire qu'elle forme, comme chez le Mouton, une série de festons dont on a pris, à tort, la coupe pour des pédicules provenant des organes adamantins. Sa face externe, couverte de villosités qui n'existaient pas chez les individus plus jeunes, donne attache à l'organe adamantin de la dent de lait par un mince pédicule sur le point de se rompre; sa face interne est, au contraire, plane et lisse. Quand au pédicule, il est court et s'attache non au sommet, mais au côté externe de l'organe adamantin.

CHEVAL.

Le Cheval présente, comme les animaux précédents, un bour-

relet gingival qu'on peut diviser en mur saillant et mur plongeant, ce dernier limité à la région labiale. Il faut remarquer toutefois que, dans cette région, il existe, concurremment avec le mur plongeant, un épaississement épithélial qui recouvre la gencive. Cet épaississement n'existe pas chez l'Ane.

La dentition de l'embryon de 21 cent. présente un intérêt spécial, à raison de l'isolement complet de la lame dentaire au milieu des tissus du maxillaire. A la mâchoire inférieure, elle se comporte de la manière suivante : au niveau des deux premières incisives ou *pinces* elle est verticale, aplatie et se confond par son bord inférieur avec la face interne des organes adamantins (fig. 14). Entre la 2e et la 3e incisive, elle occupe la partie supéro-interne d'une gouttière creusée dans l'épaisseur du maxillaire et présente la forme d'un cordon à bord inférieur lisse et arrondi, à bord supérieur déchiqueté. Au niveau de la 3e incisive, la lame est de nouveau aplatie, mais couchée horizontalement, la face externe ou adamantine étant devenue inférieure. Plus loin, elle donne naissance à l'organe adamantin d'une dent qui est la canine.

Au delà commence la barre. Le cartillage de Meckel, simple en avant de cette région (1), se bifurque en branches droite et gauche. Le maxillaire forme un manchon osseux rempli de tissu embryonnaire et entouré extérieurement d'une gaîne de périoste épaisse, au côté externe duquel ce cartilage est appliqué. La lame dont les faces sont verticales ou légèrement inclinées en bas et en dedans, repose immédiatement sur le périoste, le long du bord supéro-interne de l'os.

A l'extrémité de la barre, le manchon osseux s'ouvre et forme une gouttière au-dessus de laquelle le périoste passe d'abord ininterrompu, subissant seulement une légère dépression qui reçoit la lame. Plus loin, le périoste lui-même s'ouvre suivant les bords de la gouttière et se continue insensiblement avec le tissu embryonnaire qui la remplit. Les dimensions verticales de la lame s'accroissent alors et elle se rattache à l'organe adamantin de la première molaire par un bouton épithélial, formé de cellules polyédriques semblables à celles du bourrelet gingival (fig. 15). Dans l'intervalle séparant deux

(1) Legros et Magitot figurent très exactement la substance du cartilage de Mecke continue sur la ligne médiane et sans aucune trace de suture symphysaire.

molaires, la lame est toujours plus mince et reprend les mêmes dimensions au niveau de chaque dent. La figure 17 représente la lame entre la 2e et la 3e molaire, en un point où elle ne mesure pas plus de 0mm,02 sur 0mm,04.

Au delà de la deuxième dent caduque la lame, loin de diminuer comme dans l'intervalle des molaires, atteint son développement maximum et mesure 0mm,08 sur 0mm,05. Le bord profond qui a pour caractère constant, comme nous l'avons déjà noté, d'être arrondi et peu adhérent aux tissus ambiants, est ici légèrement rejeté en dehors, de telle sorte que la lame est ployée longitudinalement à angle obtus. Plus loin, la lame s'atténue peu à peu et se termine en pointe au milieu des tissus de la mâchoire.

En résumé, la forme de la lame dentaire varie beaucoup avec les régions. Dans l'étendue de la barre, c'est un simple cordon et, au niveau des molaires, c'est un ruban avec le bord inférieur se découpant en festons dont les lobes allongés correspondent aux molaires. La forme de cette dernière portion de la lame a, comme nous l'avons déjà dit, la plus grande importance au point de vue de la théorie de la seconde dentition. C'est un stade par lequel passe toujours la lame dentaire avant de produire de nouvelles dents et que nous avons retrouvé avec les mêmes caractères chez le Veau, le Mouton, le Porc, et les autres animaux que nous avons examinés. Cet état festonné de la lame apparaît d'abord à la région molaire et s'étend ultérieurement à la région incisive, nous aurons occasion de revenir sur ce sujet en parlant de la formation de la dentition permanente.

ANE.

L'état de la mâchoire inférieure, sur un embryon de 16 cent. environ, rappelle entièrement ce que nous venons de voir sur le Cheval de 21 cent. Toutefois, le développement des incisives est comparativement plus avancé, comme on le verra en rapprochant les figures 14 et 18 qui représentent la même dent dessinée au même grossissement chez ces deux animaux. La lame présente, en face des incisives, une hauteur et une épaisseur remarquables, elle descend au-dessous du point d'attache des organes adamantins, lesquels lui sont unis par des pédi-

cules gros et courts rappelant la disposition des molaires du Cheval. Tandis que chez ce dernier animal la lame naît du mur plongeant, chez l'Ane elle naît de la face supérieure de la gencive au voisinage du mur. Cette différence d'origine rappelle celle qui existe chez le Veau comparé au Mouton et confirme ce que nous savons de la signification du mur plongeant.

Dans l'étendue de la barre, la lame est fort petite et affecte les mêmes rapports que chez le Cheval, elle se tient dans une dépression du périoste au-dessus de la gouttière dentaire. Enfin, dans la région molaire, elle présente un plus grand développement et un élargissement notable au niveau de chaque dent; elle reproduit donc la disposition générale et il n'est pas besoin d'y insister davantage.

LAPIN.

Les incisives des Rongeurs sont des dents à croissance continue, que l'on regarde généralement comme n'étant pas précédées de dents de lait. Toutefois, Cuvier a observé que, sur le Lapin qui possède normalement à la mâchoire supérieure deux paires d'incisives, on peut à une certaine époque en compter trois paires. Ces six dents sont disposées sur deux rangées parallèles antéro-postérieures et celles qui persistent chez l'adulte, sont la première et la troisième de chaque rangée. Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'époque à laquelle tombe l'incisive moyenne. Cuvier l'indique comme tombant avant la naissance et Krause quelques jours après; nous-mêmes, nous l'avons trouvée en place sur des Lapins de un jour. On peut en conclure qu'elle tombe au voisinage de la naissance. Quoi qu'il en soit, la dent caduque de la mâchoire supérieure est généralement regardée comme la dent de lait de la deuxième incisive permanente; nous verrons plus loin quelles raisons plaident en faveur de cette manière de voir. Nos recherches nous ont amené à découvrir deux nouvelles paires de dents caduques situées aux deux mâchoires en avant des grandes incisives. Ces dents, que l'on rencontre sur des embryons mesurant de 28 à 45 mill., se présentent à un état rudimentaire dont on ne connaît pas l'analogue chez les autres Mammifères.

Voici l'état de la mâchoire inférieure dans cette région sur un fœtus de 28 millim. (on peut en suivre la description sur la

figure 19, bien que cette figure représente en réalité un embryon un peu plus âgé). sur une coupe antéro-postérieure de la mandibule, le mur plongeant forme un coin très obtus, en partie divisé par la délamination qui aboutira à la formation de la lèvre. En arrière du mur, dans la profondeur des tissus, se trouve l'organe adamantin de l'incisive permanente, bien développé, rempli de gelée adamantine et en connexion avec l'épithélium buccal par un cordon qui prend naissance au voisinage du bord postérieur et supérieur du mur plongeant. En avant de ce sac adamantin est un petit corps dur en forme de doigt de gant et rappelant un peu par là les incisives allongées des Rongeurs. C'est un chapeau de dentine, remarquable par sa structure compacte et à l'intérieur duquel existent à la fois des hématies et des cellules embryonnaires. Ce chapeau est revêtu en dehors de cellules épithéliales cylindriques formant un sac clos, renforcé extérieurement par deux ou trois assises de cellules polyédriques. Ce sac épithélial, plus long que le chapeau de dentine, ne diffère d'un organe adamantin ordinaire qu'en ce qu'il enferme la dent dans une cavité entièrement close, il est du reste rattaché par un cordon de même nature à la face postérieure et au bord inférieur du mur plongeant; sa texture est très compacte et il ne contient pas de gelée adamantine. Quant au chapeau de dentine, il est destiné à disparaître longtemps avant la naissance, soit qu'il tombe dans les eaux de l'amnios où sa petitesse le rend impossible à rechercher, soit qu'il se résorbe peu à peu.

A la mâchoire supérieure, sur un embryon de même taille, c'est-à-dire de 28 à 30 millim, on compte deux organes adamantins dont l'antérieur plus développé est situé au-dessus et en arrière du mur plongeant. Ces organes appartiennent, comme il est aisé de s'en convaincre par la suite du développement, à la première incisive permanente et à l'incisive caduque de Cuvier. La seconde incisive permanente n'est pas encore indiquée et on ne trouve, à cet âge, aucune dent rudimentaire analogue à celle que nous venons de décrire à la mâchoire inférieure.

Sur les embryons de 32 à 40 millim., le développement des deux mâchoires est beaucoup plus avancé. La dent rudimentaire de la mandibule prend la forme d'un petit cornet à axe vertical (fig. 19), mesurant près de $0^{mm},05$ et enveloppé d'un

organe adamantin notablement plus long que lui. Au maxillaire supérieur, outre les deux organes adamantins déjà signalés, on trouve un petit corps dentaire entièrement analogue par sa structure et ses relations, à celui de la mâchoire inférieure. Il se place immédiatement en avant de la grande incisive et sa pointe se fait jour au milieu de l'épithélium du mur plongeant (fig. 21). Ce dernier fait porte à croire que cette dent disparaît plutôt par chute que par résorbtion.

Sur des fœtus plus âgés, les dents rudimentaires des deux mâchoires ont disparu et l'on voit naître l'organe adamantin de la seconde incisive permanente (fig. 20). Enfin, à la naissance, on compte au maxillaire supérieur trois incisives à des degrés divers de développement. La plus antérieure ne mesure pas moins de 5 millim. de longueur et a fait éruption ; son sommet proémine légèrement et une portion assez étendue de sa face antérieure se voit à nu dans le sillon labio-gingival. Cette dent occupe un alvéole spécial, comme on le voit sur la figure 20. La seconde incisive, ou caduque de Cuvier, mesure un peu plus de 3 millim et perce légèrement la muqueuse buccale; la troisième dent, ou seconde incisive permanente, est contenue dans le même alvéole que la précédente et n'est représentée que par un organe adamantin, sans trace visible de dentine. Le cordon épithélial qui reliait cet organe adamantin à l'épithélium buccal a disparu et le germe de la future dent est isolé au milieu des tissus. La situation réciproque et le degré de développement de ces organes montre que la dent intermédiaire est destinée à tomber, après avoir fonctionné pendant un certain temps et qu'elle doit être chassée et remplacée dans son alvéole par la troisième incisive. Sous ce dernier rapport, c'est-à-dire, en tenant compte de la présence simultanée de deux dents dans un même alvéole, on peut considérer l'une d'elles comme la dent de lait de l'autre. Par analogie, la même interprétation peut être étendue à la grande incisive et à la dent rudimentaire que nous avons décrite, mais il faut remarquer que la formation du premier alvéole est postérieure à la disparition de cette dent.

Suivant cette manière de voir, les incisives caduques des Lapins seraient des dents de lait (1), mais on peut présenter une

(1) On pourra noter en ce cas l'espèce d'antagonisme ou de « balancement orga-

autre explication. Si nous considérons les involutions épithéliales qui leur donnent naissance, les incisives du Lapin ne se placent pas par groupes de deux, en dedans l'une de l'autre, mais, comme nous l'avons déjà dit au début en parlant de la position des incisives après leur éruption, toutes se montrent à la suite les unes des autres sur une même rangée antéro-postérieure. Chacune naît de l'épithélium buccal par une involution propre. Qu'on joigne à ces faits la remarque que, chez beaucoup de types parmi les Mammifères, le nombre des incisives d'une même dentition atteint trois paires, que les canines peuvent ne se distinguer en rien par la forme des incisives et on comprendra comment on pourrait aussi bien regarder ces dents comme appartenant à une seule dentition et rentrer ainsi dans la règle générale que suivent les autres Rongeurs dépourvus d'incisives de lait.

Développement du bec de lièvre des Rongeurs. — Les coupes que nous avions pratiquées dans le but d'étudier les incisives de la mâchoire supérieure, nous ont fourni l'occasion d'observer le développement de la lèvre et nous croyons utile de compléter ce que nous avons dit précédemment sur la formation de cet organe chez le Mouton, en ajoutant quelques détails sur le bec de lièvre des Rongeurs, c'est-à-dire sur la fissure médiane de la lèvre supérieure. L'aspect du bec de lièvre du Lapin est très variable, selon l'âge de l'embryon. L'écartement est d'abord considérable ; plus tard, les bourgeons maxillaires se rapprochent au-devant du bourgeon incisif, arrivent au contact sur la ligne médiane et se soudent même par un amas épithélial, analogue à celui qui détermine l'occlusion provisoire des paupières. A cette époque, le bec de lièvre est à peine apparent, il n'est indiqué que par une légère sinuosité du bord libre de la lèvre, mais l'examen pratiqué sur les coupes fait voir immédiatement que les deux moitiés de la lèvre ne sont unies que par leur épithélium. La lèvre atteint son complet développement dans la même condition de continuité apparente, et ce n'est qu'à l'époque de la naissance que la cloison épithéliale se délamine et

nique » qui semble exister dans la puissance relative des bulbes dentaires; les plus petites dents de lait correspondent aux grandes incisives tranchantes, la dent de lait intermédiaire, beaucoup plus volumineuse, correspond à la deuxième incisive de taille moins disproportionnée.

qu'apparaît la fissure définitive. Le bec de lièvre des Rongeurs est donc médian dès l'origine, tandis que la difformité qui porte le même nom chez l'homme est primitivement latérale. Cette différence importante s'explique aisément par l'embryogénie.

Chez l'homme, les bourgeons latéraux de la face s'unissent en arrière pour former la voûte palatine, tandis qu'en avant ils restent écartés en limitant un espace en forme de V. Entre les branches de ce V est reçue l'extrémité du bourgeon médian qui complète la voûte palatine. Chez les animaux dépourvus de bec de lièvre, il se forme sur le bourgeon médian, à l'époque de la délamination de la lèvre, un sillon transversal qui le divise en deux parties dont l'une devient la lèvre et l'autre la région moyenne de la voûte palatine comprise entre les canaux de Sténon (trous palatins antérieurs). Pendant le même temps, les bourgeons latéraux se soudent au bourgeon médian et se divisent de même en deux parties, l'une labiale et l'autre palatine, située en arrière des canaux de Sténon. La lèvre supérieure résulte donc de la soudure de trois lambeaux, qu'on peut appeller à raison des bourgeons qui leur donnent naissance : le lambeau incisif ou médian et les lambeaux maxillaires ou latéraux. Le bec de lièvre tératologique résulte de l'absence de réunion entre le lambeau incisif et l'un des lambeaux maxillaires et il est forcément latéral.

L'origine du bec de lièvre des Rongeurs est différente. Chez ces animaux, à l'époque de la formation de la lèvre, le bourgeon médian ne présente pas de sillon transversal : ce bourgeon est entièrement employé à la formation de la voûte palatine. Par suite, le lambeau incisif de la lèvre fait défaut et les lambeaux provenant des bourgeons maxillaires n'arrivant pas à la suture sur la ligne médiane, il en résulte un hiatus médian qui occupe précisément la place destinée au lambeau incisif. Le bec de lièvre des Rongeurs ne consiste donc pas, comme la difformité qui porte le même nom, en un défaut de soudure entre des parties développées, mais en l'absence réelle de la portion moyenne de la lèvre. L'homologue du lambeau incisif de la lèvre n'existe pas chez les Rongeurs, à moins qu'on ne veuille accorder ce nom à un repli insignifiant de la muqueuse, qui occupe chez l'animal adulte le fond de la gouttière labio-gingivale

sur la ligne médiane. Ce repli étant situé immédiatement au-dessous de la cloison des fosses nasales provient, sans doute, comme celle-ci, du bourgeon médian.

RAT.

Le mur plongeant à la mâchoire inférieure, au lieu d'affecter comme chez les animaux précédemment décrits, la forme massive d'un coin, représente un mince feuillet qui pénètre profondément et se glisse au-dessous du maxillaire dont il enveloppe l'extrémité antérieure en dessinant autour d'elle une large gouttière (fig. 22). Cette disposition est manifestement en rapport avec l'isolement étendu que présente plus tard la lèvre au-devant de la mandibule. Le mur plongeant se continue le long de la barre aussi loin que la lèvre elle-même et il se termine en arrière par un petit prolongement noyé dans l'épaisseur des tissus ; au delà de ce point le plancher buccal ne présente ni mur plongeant, ni mur saillant. Dans la région molaire l'épithélium est plus épais à la face interne de la joue qu'à la surface de la gencive, il n'existe donc pas de bourrelet gingival. La lame est continue, verticale et donne naissance par son bord libre aux organes adamantins. Comme chez le Lapin elle est limitée à la région molaire et les incives naissent par des involutions épithéliales isolées, sans connexion, soit avec le mur plongeant, soit avec la lame. Ces invaginations ont la forme de cordons courts, épais, légèrement aplatis de dedans en dehors ; on en compte une paire à chaque mâchoire et il n'existe aucune trace d'incisive rudimentaire rappelant celles du Lapin.

Dans toute l'étendue de la barre, l'incisive inférieure est couchée au centre d'une gaîne osseuse formée par la branche du maxillaire. Sur un embryon de 40 mill. le développement des différentes parties de la dent est fort inégal. Au sommet de l'organe les cellules de la dentine tapissent la pulpe dans toute la périphérie, tandis qu'à la base de la dent elles ne revêtent que la face inférieure. L'organe adamantin est formé d'une seule couche de cellules prismatiques, sans pulpe adamantine, réduction d'autant plus remarquable que la croissance de la dent et la formation de l'émail sont continues. Il enveloppe complètement la pulpe dentaire, même sur les points où les cellules de la dentine ne sont pas encore différenciées, mais il se prolonge

plus loin vers la racine de la dent sur sa face inférieure que sur la supérieure.

Il ressort de là que le développement de la face inférieure de l'incisive est plus avancé que celui de l'autre face. Cela est vrai, non seulement des cellules de la dentine et de l'organe adamantin, mais aussi de la portion dure de la dent. En effet, la dentine n'a pas la forme de chapeau, mais elle est représentée, à cette époque, par un long ruban aplati qui tapisse la face inférieure de la pulpe. Les incisives du Lapin que nous avons précédemment étudiées étaient, au contraire, également développées sur toutes leurs faces.

ÉCUREUIL.

Le mur saillant présente au niveau des molaires la disposition commune, c'est-à-dire qu'il forme un bourrelet prismatique triangulaire à la surface des gencives des deux maxillaires ; mais on remarque un épaississement analogue ou même plus considérable à la face interne des joues. Au niveau des incisives, la disposition du bourrelet n'est pas la même aux deux mâchoires.

A la mâchoire inférieure, le bourrelet a la forme d'un mur plongeant à coupe triangulaire, qui contourne l'extrémité antérieure du maxillaire et s'étend en arrière jusqu'à la commissure labiale. En ce point le mur se dédouble et l'un des feuillets du dédoublement s'applique à la face interne de la joue et l'autre à la face externe de la gencive.

A la mâchoire supérieure, il n'existe pas de mur plongeant, la lèvre est un simple rebord de la voûte palatine et le mur saillant tapisse l'angle rentrant de la lèvre et du palais. Les gencives sont situées sur le même plan que la surface aplatie de la voûte dans la région incisive, mais au niveau des molaires elles font fortement saillie.

La lame, à la mâchoire supérieure, commence au niveau de l'incisive et se prolonge au delà des molaires. Par place, elle se détache du bourrelet gingival et présente une plus grande hauteur ; les organes adamantins sont attachés à sa face externe, mais parfois très près de son bord libre. En avant des canaux de Stenon, dont on voit l'origine représentée fig. 26, la lame fait complètement défaut. Sur la mâchoire inférieure la lame offre avec le mur plongeant les rapports que nous avons déjà signalés

chez le Porc, c'est-à-dire qu'elle se rattache en avant à la face interne du mur, mais que sa ligne d'insertion se déplaçant à mesure qu'elle se porte plus en arrière, la lame finit par naître du plancher buccal, à la limite du plancher et du mur (fig. 26 et 27). La lame est continue dans toute l'étendue de la barre et des molaires et les organes adamantins lui adhèrent au voisinage du bord libre, comme à la mâchoire supérieure.

La lame dentaire, chez tous les Rongeurs que nous avons étudiés est donc formée de deux moitiés qui n'arrivent pas à la suture sur la ligne médiane. Chez l'Écureuil en particulier, les incisives naissent de la même involution que les molaires, et cet animal établit ainsi un passage à la disposition présentée par les Ruminants. Chez le Lapin et le Rat la fragmentation de la lame est plus complète et elle s'interrompt non seulement sur la ligne médiane, mais aussi dans l'intervalle qui sépare les incisives et les molaires.

ORYCTÉROPE DU CAP.

Selon Owen, l'Oryctérope a pour formule dentaire $M\frac{7}{6}$. « Cet animal, dit-il, n'a que des molaires; la première dent à la mâchoire supérieure n'a pas de correspondant à la mâchoire inférieure, elle peut au reste manquer ou demeurer cachée dans la gencive. Il en est de même de la première molaire. Sur une mâchoire mesurant 8 pouces, la région dentaire en compte deux et commence trois pouces en arrière de la symphise ». Nous rappelons ces chiffres pour montrer qu'il est impossible de confondre le germe d'aucune de ces dents avec une incisive.

Sur des coupes transversales de la mâchoire inférieure d'un jeune Oryctérope mesurant 32 cent., nous avons trouvé au niveau de la symphise du menton une petite incisive de $0^{mm},03$ présentant un chapeau de dentine fort épais, une pulpe centrale et un organe adamantin peu développé. La dentine offre une structure radiée obscure; l'organe de l'émail est formé de cellules toutes de même espèce. La lame dentaire est représentée (fig. 35) par des amas épithéliaux de forme aplatie imbriqués les uns au-dessus des autres et dépendant vraisemblablement d'une même involution primitive qui a été dissociée. Chacune de ces nappes montre un bord interne libre, arrondi et un bord externe aminci qui se perd en remontant vers le

plancher buccal. La nappe la plus profonde est aussi la plus considérable, elle est dirigée obliquement en bas et en dedans et arrive au voisinage de la ligne médiane qu'elle ne franchit pas. Sa connexion avec l'organe adamantin de l'incisive n'était pas visible sur l'unique embryon soumis à notre observation.

Indépendamment de cette lame dentaire, il existe encore dans la région incisive une autre involution bien différente, isolée, située en dedans et au-dessus de la précédente et présentant la forme d'un cordon gros et court dont on voit la coupe sur la figure 35. Né de la partie la plus antérieure de la mâchoire, ce cordon se dirige en bas et en arrière, sans présenter sur son parcours aucune trace d'organe adamantin; aussi n'est-il peut-être qu'un accident insignifiant, mais si son existence était constatée sur d'autres fœtus il faudrait, sans aucun doute, le considérer comme le vestige d'une autre dent à développement indépendant.

En continuant de couper transversalement la même mâchoire, nous trouvons, avant d'atteindre la première molaire, une région qu'on peut appeler la barre et qui se divise en deux parties. La première moitié ou moitié antérieure est creusée d'une gouttière dentaire occupée par des vaisseaux et des nerfs et au-dessus de laquelle se voient divers débris de la lame dentaire. Cette gouttière se réduit de plus en plus en arrière, et finit par disparaître dans la seconde moitié de la barre; les vaisseaux et nerfs sont alors enfermés dans une sorte de canal formé d'os spongieux.

Seuls parmi les Édentés, le Tatou à six bandes et le Chlamydotherium possèdent à l'état adulte des incisives; seul également parmi les embryons connus, l'Oryctérope paraît posséder des incisives rudimentaires à caducité précoce. Nous avons en vain cherché des vestiges de dents analogues, soit à la mâchoire supérieure du même animal, soit aux deux mâchoires du Tatou à neuf bandes et du Paresseux à trois doigts.

PARESSEUX A TROIS DOIGTS.

La formule dentaire de l'animal adulte est M $\frac{5}{4}$. Ces molaires sont à croissance continue et ne sont jamais remplacées; la première reste toujours à un état rudimentaire. Sur un individu de 23 cent., toutes les dents ont fait éruption à l'exception de la petite molaire antérieure; ces organes sont remarquables

par leur structure complexe, qui comprend trois tissus durs, le cément, la dentine et la vasodentine. Le cément (fig. 31) forme un marchon cylindrique qui enveloppe toute la dent : ce cylindre est ouvert à ses deux extrémités, en bas il se prolonge jusqu'au voisinage du collet de la pulpe, en haut, sur un fœtus de cet âge, il se termine au niveau de la gencive sans atteindre le sommet de la couronne. On trouve représentée dans l'*Odontography* d'Owen, la coupe verticale d'une dent de Bradypus adulte, où le cément atteint la surface triturante de la dent; cette disposition n'est pas primitive et indique que le sommet de la dent ayant disparu par l'usure, les parties de la dent revêtues de cément sont, par la croissance continue de l'organe, sorties de l'alvéole. Cette disposition diffère de celle existant chez les Ongulés, puisqu'ici le cément ne paraît pas s'étendre d'abord au sommet de la dent.

La dentine, sur le même fœtus, forme un chapeau ou cylindre creux à parois d'épaisseur uniforme dans la plus grande partie de son étendue, et qui s'amincit seulement un peu, près de l'orifice pulpaire. Sa face externe, à l'exception du sommet, est tapissée par le cément, et il loge dans sa cavité deux masses superposées, la vasodentine (fig. 31), et au-dessous la pulpe. L'orifice pulpaire est réduit par un rétrécissement brusque et circulaire du bord du chapeau de dentine, rétrécissement qui se présente sur les coupes sous forme d'un crochet. Le cément ne descend pas jusqu'au niveau de ce crochet, mais cesse avant de l'atteindre en s'amincissant peu à peu. A la place du cément on trouve à ce niveau un collier épithélial circonscrivant en forme d'anneau, l'orifice pulpaire (fig. 30 et 31). Sur la coupe, cet anneau se présente avec la forme d'un coin à base arrondie et à sommet effilé. La face interne par rapport à la dent, ou supérieure de cet anneau est en contiguïté avec l'ivoire faisant crochet, mais ne lui est pas adhérente; aussi se trouvent-ils sur nos préparations écartés l'un de l'autre, et il en est de même du bord arrondi qui n'adhère pas aux tissus ambiants. Le bord effilé de l'anneau se prolonge sur l'extérieur de la dent, *en dehors du cément*, en une mince membrane épithéliale perforée de nombreux orifices au travers desquels passe le tissu conjonctif.

L'examen d'embryons plus jeunes (fig. 30), fait reconnaître la nature de cet anneau et de la membrane mince, perforée qui

lui fait suite : ce sont les débris de l'organe adamantin. En effet, bien que les dents des Édentés soient à tout âge dépourvues d'émail (1), elles ne laissent pas de présenter d'abord un organe de l'émail; Tomes a le premier signalé ce fait sur le Tatusia peba; nous sommes en mesure de l'étendre au Paresseux, à l'Oryctérope et il est probablement général.

Sur un Tatou à trois doigts plus jeune que celui que nous venons de décrire, et mesurant environ 12 cent., l'organe adamantin forme un sac continu qui embrasse la dent jusqu'à sa base et se termine autour de l'orifice pulpaire par un bord épaissi. Sur ce bord et dans les parties les plus voisines on distingue aisément les trois feuillets de l'organe : 1° le feuillet interne formé des cellules cylindriques de l'émail; 2° la couche moyenne composée de cellules petites, polyédriques, transparentes, rapprochées en une masse compacte et paraissent dépourvues de prolongements anastomotiques; 3° enfin le feuillet externe formé de cellules plus petites et granuleuses comme celles de la face interne. L'organe adamantin ne possède cette structure complète que dans une faible étendue : au sommet de la dent et sur les côtés, il semble avoir subi une atrophie notable et il est impossible de distinguer ses différentes couches. Sous cet organe adamantin on n'observe pas de cément et ce fait est en corrélation avec l'intégrité de la paroi épithéliale. Plus tard, celle-ci venant à se perforer, comme on l'a vu, le tissu conjonctif pénétrera au travers de ces orifices et portera au cément les éléments de sa nutrition et de son développement que la dentine paraît impropre à lui transmettre. Si on compare la structure du sac adamantin à ces deux époques on arrive, en outre, à la conclusion que jamais l'organe ne présente chez le Paresseux et probablement tous les autres Édentés le développement qu'il atteint chez les autres Mammifères et en particulier chez les Ongulés. Il se distingue surtout par l'absence du tissu réticulé ou gelée adamantine et par une atrophie précoce qui marche du sommet de la dent vers la base. Il n'y a pas d'organe spécial du cément, mais par suite de la pénétration de l'organe de l'émail par le tissu lamineux ambiant, il se forme au contact du chapeau de dentine

(1) Ce point appelle peut-être de nouvelles recherches. Il serait possible qu'une couche d'émail extrêmement mince et délicate ait échappé jusqu'à ce jour aux observateurs.

une membrane qui joue à l'égard du cément le rôle d'un périoste. L'atrophie précoce de l'organe adamantin en rapport avec l'absence de l'émail n'est pas d'ailleurs un fait particulier aux Édentés. On a vu que chez le Lapin, à la naissance, l'organe de l'émail est atrophié sur la face concave de la grande incisive, face dépourve d'émail et qu'il est au contraire bien développé sur la face convexe. Cette atrophie marche également chez le Lapin. du sommet de la dent vers la base et le sac adamantin finit par être réduit à un anneau qui limite l'orifice pulpaire, comme chez le Paresseux. L'analogie entre le développement des dents de ces deux animaux, se complète par ce fait que la gelée adamantine disparaît de bonne heure chez le Lapin et que les incisives de cet animal sont à croissance continue comme les dents du Paresseux.

La dentine présente chez les Paresseux quelques caractères de structure remarquables, que nous signalerons brièvement. Elle est formée d'une substance fondamentale hyaline, se colorant fortement en rouge par le carmin (après séjour dans l'alcool et décalcification par l'acide picrique) et creusée par les canaux contenant *les gaînes de l'ivoire* de Neumann. Ces gaînes se colorent avec plus de difficulté et renferment dans leur axe les prolongements des cellules odontoblastiques ou *filaments dentinaires* de Tomes. Les gaînes ne traversent pas toute l'épaisseur de la substance fondamentale, mais arrivées au voisinage de la surface externe du chapeau de dentine, elles s'infléchissent vers le sommet de la dent et se terminent en cul-de-sac. La figure 32 montre ces différents rapports, tels qu'on peut les voir avec un grossissement plus fort, au niveau de l'orifice pulpaire retréci du chapeau de dentine, dans la région *a* de la figure 30. Ils sont représentés encore plus grossis et d'une manière schématique dans la figure 33. A leur origine le diamètre des gaînes (*n*, fig. 33) est plus considérable et elles sont toutes en contact, de telle sorte que la substance fondamentale *s* arrive à peine, entre elles, au contact des odontoblastes. La périphérie de la dent est, au contraire, formée par une couche ininterrompue de substance fondamentale qui se continue vers la base de la dent avec la couche amorphe périphérique du tissu pulpaire. Cette continuité est le fait le plus important de l'histoire de la dentine que nous ayons à signaler, elle définit le lieu de formation et la nature de cette substance. La formation de la dentine se fait de la

manière suivante : avant l'apparition du chapeau d'ivoire la pulpe est en contact immédiat avec l'organe adamantin. La couche périphérique de la pulpe qui subit ce contact, est uniquement formée de substance amorphe sans éléments figurés ; les cellules non différenciées, à cet âge, qui deviendront plus tard les ondotoblastes ne sont pas accolées les unes aux autres et sont séparées, soit entre elles, soit des cellules de l'organe adamantin par la substance fondamentale générale. Plus tard, ces cellules se rapprochent, forment une lame continue et la substance fondamentale qui les séparait de l'organe adamantin, se trouve ainsi isolée par une véritable cloison formée de cellules, de la substance fondamentale du reste de la pulpe. Telle est l'origine de la substance fondamentale de la dentine. Celle-ci primitivement n'est pas creusée de canaux (1) ; nous l'avons trouvée en cet état sur les dents rudimentaires du Lapin et nous la retrouverons avec ce même caractère chez certains Cétacés. Chez le Paresseux, la dentine, après avoir passé par un état semblable, s'épaissit par l'addition de nouvelles couches sur la face interne et ce sont ces couches seulement qui sont creusées de canaux et admettent les prolongements dentinaires. Le Paresseux fournit un excellent sujet pour la vérification de toute cette évolution, parce que le chapeau de dentine est toujours en voie d'accroissement au niveau de son bord profond et que la continuité, à ce niveau, entre la substance fondamentale du tissu pulpaire et la dentine, est visible d'une manière constante. En remontant, à partir de ce point, le long du chapeau de dentine, on observe toutes les phases de la formation, telles que nous venons de les décrire. Sur ces dents, chaque cellule odonblastique fournit un seul prolongement dentinaire, qui ne se ramifie pas et ne s'anastomose pas ; leur structure est donc des plus simples.

Nous avons donné plus haut la formule dentaire du P. tridactyle qui comporte cinq molaires à la mâchoire supérieure et quatre à l'inférieure. Brant a décrit et figuré un crâne anornal d'un jeune de cette espèce qui portait cinq dents aux deux mâchoires. La dent supplémentaire prenait place au premier rang sur la mandibule et s'opposait verticalement à la petite

(1) Comme d'ailleurs la substance osseuse : la périphérie des cellules ostéoblastiques est munie tout d'abord d'un nombre très restreint de prolongements.

molaire rudimentaire du maxillaire supérieur. Owen, qui rapporte le fait, ajoute que si l'existence d'une pareille dent est constante, cette dent est caduque de bonne heure et disparaît pendant la période fœtale. L'examen de deux fœtus de Paresseux accusant l'un 17 cent. et l'autre 23 cent., nous a montré que ces animaux ne possèdent normalement aucun vestige de dent à la place indiquée. Nous croyons donc qu'il faut regarder la dent signalée par Brant comme une dent surnuméraire, formant une monstruosité analogue à ces molaires de lait supplémentaires qu'on rencontre sur certains fœtus de Veau, là où ne se trouve chez les autres Veaux qu'une portion non différenciée de la lame dentaire.

TATOU NOIR.

Les mâchoires de cet animal sont pourvues de dents nombreuses. Sur une coupe transversale de la mandibule d'un embryon de 15 cent. de long, on voit une gouttière profonde, séparée par une mince cloison d'un large canal dentaire qui loge des vaisseaux et des nerfs extrêmement volumineux. Au niveau de chaque dent, la gouttière dentaire, qui n'est pas divisée en alvéoles, communique avec le canal. On ne trouve ni lame épithéliale, ni organes adamantins ; la dent est formée d'un chapeau de dentine simple, sans cément ni vaso dentine.

KANGUROO.

La dentition de l'animal adulte a pour formule : C $\frac{3}{3}$ I $\frac{1}{0}$ M $\frac{5}{5}$. Les deux incisives de la mâchoire inférieure sont séparées des dents molaires par une barre de longueur variable. Le professeur Flower a établi que les incisives et les canines des Marsupiaux sont permanentes comme les dents antérieures des Rongeurs ; nous trouvons également qu'elles présentent avec avec celles-ci quelque analogie de développement. Les incisives inférieures du Kanguroo naissent par des involutions à peu près isolées ; la lame dentaire, si elle ne fait pas absolument défaut dans la barre, est du moins extrêmement réduite. Cet animal nous paraît donc offrir un état intermédiaire entre la fragmentation franche et complète de la lame, dont le type est chez les Rongeurs, et sa continuité absolue, qui est la règle chez les autres animaux. Dans la région molaire de la même mâchoire,

la lame est continue, en forme de ruban appliqué à la face interne du maxillaire, et elle ne présente d'organe adamantin différencié que dans sa partie la plus reculée.

La mâchoire supérieure offre chez l'adulte trois incisives et une canine, suivies presque sans interruption de la série des dents molaires. La première incisive est la plus grande et, sur notre embryon, semble représentée par une involution épithéliale isolée, très rapprochée de la ligne médiane et visibles sur les mêmes coupes frontales qui montrent les incisives inférieures (fig. 28). Dans une certaine étendue, au delà de cette involution, on n'observe ni dent, ni lame dentaire, mais en poursuivant les coupes en arrière, vers le milieu de la voûte palatine, on voit apparaître la lame dentaire (fig. 29).

La cavité buccale du jeune Kanguroo, dont la moitié est représentée en coupe par les figures 28 et 29, présente une forme un peu aberrante et une courte description est nécessaire pour faire comprendre la disposition des organes adamantins à son intérieur. La coupe de la figure 29 montre la voûte palatine creusée de trois sillons, dirigés parallèlement d'avant en arrière. Les deux sillons latéraux sont étroits, anguleux ; le sillon médian, large, hémicylindrique (représenté seulement par moitié sur la figure) forme avec la face dorsale de la langue, un large canal cylindrique qui reçoit à demeure le mamelon de la mère au début de la lactation. Pour la formation de ce canal, la langue est pliée longitudinalement en gouttière et ses bords relevés viennent s'enclaver dans les sillons latéraux de la voûte palatine.

Le plancher buccal est creusé en forme de bateau, ses parois sont minces et il se continue directement soit avec les lèvres, soit avec les joues sans aucune indication de gencive. Bien que la mandibule soit assez développée sur le fœtus de 25 millim. que nous décrivons, il n'existe pas de gouttière dentaire ; les germes des dents se développent, non au bord supérieur, mais à la face interne de l'os, tandis que le bord inférieur plus épais embrasse le cartillage de Meckel (fig. 29).

DAUPHIN (*Delphinus delphis*).

Les Cétodontes ne possèdent qu'une seule dentition et, chez les Dauphins, les dents sont nombreuses et très semblables entre elles.

Nous n'avons examiné que la mâchoire inférieure d'un jeune embryon de *Delphinus delphis* mesurant environ 9 centimètres. La figure 36 représente la coupe transversale passant à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs de la mandibule, elle montre les particularités suivantes. Il n'existe pas de mur plongeant, ce qui est en rapport avec le faible développement de la lèvre chez ces animaux. La couche épithéliale qui tapisse le plancher buccal présente un épaississement remarquable. Cet épaississement commence subitement au niveau d'un léger sillon qui borde la mâchoire et qui est peut-être le véritable sillon labio-gingival très effacé; l'épaississement se continue à la surface de tout le plancher de la bouche en diminuant toutefois d'épaisseur au-dessous de la langue, sur la ligne médiane. Un second sillon, parallèle au sillon labio-gingival, s'étend dans toute la longueur du maxillaire et indique la ligne d'insertion de la lame dentaire. Celle-ci a sur la coupe la forme d'un coin épais dont le tranchant se dirige en haut et en dehors, et atteint presque l'épithélium buccal. Elle ne présente aucun organe adamantin en cours d'individualisation. Les germes dentaires se forment donc sur des embryons plus âgés et à une époque où la lame dentaire est complètement isolée; ce que nous n'avons pas rencontré chez les autres animaux. Ce fait offre peut-être quelque importance pour l'appréciation de la nature de la dentition unique des Cétacés, nous y revenons plus loin. L'ossification de la mandibule est très irrégulière et le cartillage de Meckel appliqué à sa face interne ne possède sa structure cartilagineuse que dans la portion antérieure de son étendue. Plus en arrière, il passe par une phase de calcification directe, à la suite de laquelle il s'ossifie. On sait que, chez les autres animaux, la partie moyenne de ce cartilage disparaît, au contraire, par résorbtion.

GLOBICEPS.

Comme le Dauphin, le Globiceps a les dents nombreuses et toutes semblables. L'embryon dont nous avons étudié la mâchoire inférieure, mesurait 20 cent. du museau à la nageoire caudale. La lame dentaire (fig. 34) est continue dans toute l'étendue du maxillaire et, comme chez l'animal précédent, détachée de l'épithélium buccal. Elle porte un certain nombre d'organes adamantins qui lui sont accolés latéralement.

Ce fait intéressant montre que les organes adamantins de la dentition unique des Cétacés rappellent sous certains rapports la première dentition des autres animaux; mais nous manquons de renseignements sur l'histoire ultérieure de la lame dentaire et nous ignorons si, après avoir donné naissance à la série unique des organes adamantins, elle est susceptible de s'individualiser à nouveau et de persister un certain temps à l'état isolé dans l'épaisseur du maxillaire. La face externe de la lame et la face supérieure de l'organe adamantin sont recouvertes de bourgeons épithéliaux par lesquels l'une et l'autre adhèrent intimement au tissu ambiant. La face interne de la lame, au contraire, aussi bien que la face inférieure du chapeau adamantin, sont lisses, peu adhérentes et même détachées accidentellement des parties environnantes. L'organe adamantin bien développé est formé au centre par les cellules étoilées ordinaires.

Le bourrelet gingival ayant disparu par suite de la macération subie par l'embryon, il nous a été impossible de rien préciser sur son importance. Le sillon labio-gingival semble légèrement indiqué comme le représente la figure au-dessus de l'organe adamantin.

BALÉNIDES.

On sait que la découverte de dents chez les Baleines est due à Geoffroy Saint-Hilaire. Divers auteurs nous ont fait connaître depuis, leur nombre et leur forme; mais ce qui a trait à leur formation et à leur disparition est resté inconnu. Nous ne referons pas l'histoire de cette question qui a été résumée dans les *Archives de Biologie* pour 1880, par M. Julin. Ce dernier a eu l'occasion d'étudier les follicules dentaires d'un embryon de *Balænoptera rostrata*, dont le maxillaire mesurait dans sa plus grande longueur 84 mill. Sur cet animal, les follicules se présentaient, suivant la description de M. Julin, dans un état de simplicité qui ne permet pas de les distinguer de ceux des autres mammifères. Nos recherches, qui ont porté sur des fœtus d'une autre espèce et en général plus âgés, nous ont montré au contraire beaucoup de particularités nouvelles. L'espèce que nous avons étudiée est le *Balænoptera Sibbaldii*, dont nous avons eu trois individus mesurant 30, 90 cent et $1^{m}50$.

A. *Balænoptère de 30 cent.* — Sur la mâchoire inférieure,

les coupes transversales menées entre les germes de deux dents consécutives, dans la région moyenne de la mâchoire, montrent que la lame dentaire est continue d'un organe adamantin à l'autre. Elle est seulement irrégulière, contournée, amoindrie et peut-être légèrement bourgeonnante (fig. 37). Au niveau des germes de l'ivoire, la lame s'applique sur le côté interne de ceux-ci et coiffe leur sommet de débris épithéliaux. Une légère saillie qu'elle forme en dehors (fig. 38) pourrait à la rigueur être considérée comme une tendance à l'individualisation de son bord libre et l'indice d'une seconde dentition. La lame ne remonte pas jusqu'au voisinage de la surface de la mâchoire comme l'a indiqué Julin pour son fœtus de *B. rostrata.* Elle se présente sur nos coupes comme un amas un peu confus d'épithélium sans forme précise et semble en voie de disparition prochaine. Dans quelques points (fig. 39) on remarque au voisinage de l'organe adamantin des amas épithéliaux qui simulent une fausse lame. On évitera de leur donner cette interprétation, si on remarque qu'ils sont situés sur le côté externe du germe ; l'examen des coupes qui suivent et qui précèdent, lèvera du reste tout doute à cet égard.

Le développement des dents de la mâchoire supérieure (1) paraît relativement plus avancé, comme le montre l'examen de coupes pratiquées au même niveau sur les deux maxillaires ; cette différence ne se retrouve pas sur l'embryon plus âgé. Sur le fœtus de 30 cent que nous décrivons, le chapeau de dentine, va commencer à apparaître. La paroi celluleuse qui formait la surface extérieure convexe de l'organe adamantin s'est dissociée ; elle a complètement disparu vers le sommet de la dent et est réduite vers le milieu de la hauteur du germe en fragments épais (fig. 40 et 41). Le tissu lamineux se continue largement avec le tissu central de l'organe adamantin qui a les mêmes caractères. Ce fait semble la démonstration de l'opinion déjà défendue par nous, pour d'autres raisons (2), de la nature lamineuse de la

(1) On remarque la présence de poils caducs sur la lèvre de cette mâchoire.

(2) « En ce qui regarde la pulpe de l'organe adamantin, nous avons essayé de « déterminer la nature chimique des cellules qui la composent et nous nous sommes « assurés qu'elles présentent les caractères chimiques des corps fibro-plastiques » (*Soc. de Biologie,* 4 déc.). — Cette pénétration réciproque de deux tissus lamineux et épithélial ne serait qu'un cas particulier d'un phénomène embryogénique dont on peut signaler comme second exemple la pénétration réciproque des éléments du feuillet externe et du feuillet moyen du blastoderme au fond du sillon médullaire.

pulpe adamantine. L'organe constitué tel que nous l'observons communément résulterait de la pénétration du tissu épithélial par le tissu lamineux ambiant : cette pénétration se ferait exclusivement par la face externe, ce qui explique l'adhérence constante de cette face avec le tissu lamineux. Il faut ajouter qu'ordinairement la communication de la pulpe adamantine avec le tissu embryonnaire est restreinte à des filaments qui traversent une couche épithéliale d'apparence continue; chez les Balénides, au contraire, à l'âge où nous les examinons, la communication se fait largement par une sorte d'éventrement de la moitié supérieure de l'organe adamantin.

B. *Balænoptère de* 90 *cent.*— Comme nous l'avons dit plus haut les dents sont, à cet âge, également développées sur les deux mâchoires. Elles mesurent à peu près 3 millim en tous sens. L'organe adamantin est réduit à sa paroi interne formée d'éléments volumineux, il est encore continu mais très atténué vers son sommet à travers lequel la pointe du chapeau de dentine va faire éruption, et, par suite de l'absence d'émail, entrer en contact immédiat avec le tissu lamineux ambiant. En dehors de l'organe de l'émail on voit une capsule lamineuse assez bien limitée surtout vers la base du bulbe où elle se continue avec la substance de la pulpe. Le chapeau de dentine est bien développé, épais de 40 à 50 μ au moins (fig. 42); au sommet sa substance est homogène non creusée de canalicules, la face externe est lisse, tapissée immédiatement par l'organe adamantin, la face interne est creusée d'excavations ou petites dépressions qui logent des cellules pressées les unes contre les autres. Ces cellules qui occupent la place d'odontoblastes sont dépourvues de prolongements dentinaires. La base ou les bords du chapeau sont au contraire formés d'une dentine caverneuse, logeant dans ses cavités de nombreuses cellules irrégulièrement distribuées et présentant l'aspect d'ostéoblastes, plus grosses toutefois et plus nombreuses que les cellules osseuses enveloppées dans le travail d'ossification du maxillaire. Le tissu de la pulpe présente également vers le sommet de la dent une modification remarquable : il est moins dense, avec de larges sinus vasculaires mesurant jusqu'à 30 et 40 μ.

C. *Balænoptère de* 1m50. — Les dents sont un peu plus grosses que sur l'embryon précédent, très allongées d'avant en arrière

et mesurant dans cette direction près de 1 cent., irrégulières (1). La gouttière du maxillaire supérieur dans laquelle elles sont plongées regarde en dehors, de telle sorte que si les dents faisaient éruption, elles se dirigeraient hors de la bouche (comme chez le Narwal). La figure 43 qui représente le bord du maxillaire supérieur coupé transversalement, montre ces rapports.

L'atrophie de l'organe adamantin a progressé et il est réduit en lambeaux discontinus formant au sommet des dents de la mâchoire inférieure un amas conique, d'autres fois formant des couches irrégulières et stratifiées. Les cellules ont pris une apparence qui les rapproche d'un épithélium corné. Entre ces lambeaux de l'organe adamantin, le tissu lamineux ambiant est venu au contact de la dentine à laquelle il adhère par place (fig. 44).

Au tour du collet de la pulpe, l'organe adamantin forme un anneau continu que montre en coupe la figure 44, et à un plus fort grossissement la figure 45. Cet anneau est comparable à celui que nous avons trouvé chez le Paresseux, et il constitue vraisemblablement la dernière portion de l'organe qui disparaisse.

La dentine au sommet du chapeau est perforée de canaux en nombre variable. Ces canaux n'existaient pas chez l'embryon plus jeune, comme on peut le reconnaître en comparant les figures 42 et 44. Ils ont la forme de sabliers ou de doubles entonnoirs et renferment un peu de substance amorphe et les prolongements d'un ou plusieurs odontoblastes, parfois engagés eux-mêmes dans leur extrémité élargie. A côté de ces canaux on remarque des perforations beaucoup plus larges, dont une est représentée dans la figure 46 et qui admettent un nombre beaucoup plus grand d'éléments cellulaires. En un mot la dentine, primitivement compacte est devenue poreuse et sa structure se rapproche de celle de l'os. Cette métamorphose est bien plus frappante lorsqu'on examine le bord du chapeau dentinaire. Celui-ci est entièrement caverneux (fig. 45), il est formé de trabécules qui rappellent celles d'un os spongieux et ces trabécules renferment dans leur épaisseur des cellules étoilées, qu'on ne peut mieux comparer qu'à des cellules ostéoblastiques. Le plus grand nombre de ces cellules sont anastomosées, soit

(1) « Tricuspides » (Eschricht).

entre elles soit avec les cellules similaires qui tapissent extérieurement les trabécules.

Dans toute son étendue la face interne de la dentine est tapissée par une ou plusieurs rangées de petites cellules que leur situation plutôt que leurs caractères, fait reconnaître pour des odontoblastes. Ces cellules sont, en général, dépourvues de prolongements dentinaires et ont conservé leur condition primitive décrite plus haut, mais celles qui avoisinent les perforations dont nous avons parlé, sont munies de longs filaments, qui s'anastomosent au travers de toute l'épaisseur de la dentine avec des prolongements analogues des cellules qui tapissent l'autre face.

La face externe du chapeau de dentine est également tapissée de cellules provenant du tissu embryoplastique qui a pénétré au travers de l'organe adamantin. Chez les autres animaux ces cellules déterminent sur la face externe de la dent la formation du cément; chez les Baleines au contraire, la dent présente sur ses deux faces exactement la même structure, intermédiaire à celle de l'ivoire et à celle de l'os. On ne peut donc ni affirmer ni nier la présence d'un cément car les deux tissus durs de la dent semblent ici confondre leur caractère.

Nous n'avons pas eu occasion d'examiner de fœtus plus âgé: il nous est donc impossible de dire ce que deviennent ces dents; toutefois on peut penser, à raison de ce que leur structure se rapproche de plus en plus de l'os, qu'elles doivent finir par se confondre avec le reste du maxillaire. Chez un autre fœtus ayant à peu près la même taille (1^m,50), mais appartenant peut-être à une autre espèce, nous n'avons plus trouvé trace de dents à la mâchoire supérieure.

SÉLACIENS.

Nous avons étudié l'embryon du *Spinax acanthias*; les nombreux organes adamantins que présente la mâchoire inférieure de cet animal, naissent rapprochés les uns des autres à la face antérieure d'une grande lame dentaire qui descend du plancher buccal dans les tissus mous de la mâchoire. Sur une coupe antéro-postérieure passant au voisinage de la ligne médiane (fig. 47) on voit ces organes adamantins disposés en série verticale. Ils ne sont pás pédiculés et réalisent la disposition que nous

avons décrite sur les plus jeunes embryons des mammifères, c'est-à-dire qu'ils sont creusés dans l'épaisseur même de la lame dentaire. Les plus jeunes germes sont situés le plus profondément et les dents qui en proviendront feront éruption en dernier lieu. Notre fig. 47 qui se rapporte à un très jeune embryon ne montre que deux organes adamantins superposés, mais sur des animaux plus âgés on en trouve un plus grand nombre. L'existence de la lame dentaire n'est pas chez ces animaux, limitée à la période embryonnaire, elle persiste toute la vie et son activité semble même augmenter avec l'âge si on en juge par le grand nombre de dents que portent les animaux adultes. L'accroissement de la lame se fait par son bord profond qui présente les caractères que nous avons déjà signalés : il est lisse, arrondi et faiblement adhérent aux tissus ambiants.

Les coupes horizontales montrent la lame dentaire étendue parallèlement au maxillaire dans toute sa longueur. Les organes adamantins, sur les coupes passant à un niveau convenable forment une série horizontale. Leur répartition à la surface de la lame dessine donc un damier à bandes verticales et horizontales, et les dents affectent dès leur première formation les rapports qu'elles conserveront après leur éruption.

Si on compare la succession en nombre indéfini des dents des Sélaciens aux deux dentitions que présentent la plupart des Mammifères on reconnaît qu'il n'y a entre elles aucune différence essentielle. Dans les deux cas les dents sont disposées à la face adamantine de la lame dentaire en séries à la fois horizontales et verticales d'où résulte que les dents apparaissent à des époques différentes et verticalement les unes au-dessous des autres. Chez les Mammifères les dents forment deux rangées horizontales (*diphiodontes*) ou même une seule (*monophiodontes*) ; chez les Sélaciens les rangées horizontales sont en nombre indéfini, on peut appeler ces animaux *polyphiodontes*. La véritable signification morphologique des deux dentitions des Mammifères serait ainsi donnée par leur rapprochement avec les dentitions en nombre indéfini des Sélaciens.

EXPLICATION DES PLANCHES V, VI ET VII.

Dans toutes les figures, les organes semblables sont indiqués par les mêmes lettres. Les traits placés au-dessous des numéros des figures représentent une longueur de 1 millimètre vu au même grossissement que les parties dessinées. La signification des lettres est la suivante :

Ms. Mur saillant.
M p. Mur plongeant.
L. Lame dentaire.
D. Dentine.
V d. Vaso-dentine.
Cm. Cément.
P. Pulpe.
a. Organe adamantin.
K. Cartilage de Meckel.
L g. Langue.
C. Canal de Sténon.
f. Fosses nasales.
V. Lèvres.
S. Sillon labio-gingival.
N. Gaîne de l'Ivoire.
R. Espace vide résultant d'un retrait ou d'une dissociation artificielle des tissus.

Le tissu cartilagineux est indiqué par un pointillé. L'os régulier et la dentine sont teints en rose. L'épithélium est coloré en brun-sépia et la pulpe en gris très faible.

Planche V.

Fig. 1. — Embryon de Mouton de 4^{ctm}. Coupe transversale des deux mâchoires passant par le germe de la première incisive. A la mâchoire supérieure la lame dentaire L se confond avec le mur plongeant. Le bord droit de la figure représente la ligne médiane du corps, ainsi que dans la plupart des figures suivantes.

Fig. 2. — Même embryon. Coupe passant par la deuxième incisive. Sur la mâchoire supérieure, la lame dentaire est distincte du mur plongeant.

Fig. 3. — Même embryon. Coupe passant au travers de la barre. On voit la lame dentaire sur les deux mâchoires.

Fig. 4. — Même embryon. Coupe passant par les organes adamantins des troisièmes molaires de lait.

Fig. 5. — Embryon de Mouton de 8^{ctm} environ. Coupe demi-schématique horizontale de la mâchoire inférieure. Elle montre les organes adamantins des trois molaires de lait coupés au milieu de leur plus grande largeur et rattachés par des pédicules à la face externe de la lame dentaire L. L'extrémité postérieure de celle-ci présente le germe de la première molaire permanente. Le bord supérieur de la figure correspond à la cavité buccale.

Fig. 6. — Embryon de Mouton de 18^{ctm}. Cette figure représente la projection sur un plan horizontal de la mâchoire inférieure et des organes adamantins des quatre incisives. Le bord inférieur de la figure correspond à la ligne médiane du corps. L'incisive interne est marquée i_1, l'incisive externe est marquée i_4.

Fig. 7. — Embryon de Mouton de 14^{ctm}. Cette figure représente la projection sur un plan vertical médian de la mâchoire, des incisives

et du cartilage de Meckel. Elle montre la situation plus profonde des incives antérieures. Mêmes désignations que dans la figure précédente.

FIG. 8. — Embryon de Veau de 9^{ctm}. Coupe transversale des deux mâchoires. La mâchoire inférieure montre l'organe adamantin d'une incisive et la mâchoire supérieure un rudiment de lame dentaire en connexion avec le mur plongeant.

FIG. 9. — Même embryon. *Par suite d'une erreur de gravure cette figure est entièrement retournée.* A la mâchoire supérieure, la coupe passe par l'organe adamantin d'une molaire adhérant à la face externe de la lame. A la mâchoire inférieure, elle passe dans l'intervalle de deux molaires.

FIG. 10. — Embryon de Porc de 7^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure au niveau de la première incisive. La lame dentaire prend naissance à la limite supérieure du mur plongeant.

FIG. 11. — Même embryon. Lame dentaire entre deux incisives.

FIG. 12. — Même embryon. Coupe en arrière de la précédente, montrant l'extrémité du mur plongeant et l'organe adamantin de la dernière incisive, qui est sans connexion avec lui.

FIG. 13. — Même embryon. Coupe des deux mâchoires au niveau de deux molaires.

FIG. 14. — Embryon de Cheval de 21^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure au niveau d'une incisive La lame dentaire est divisée en deux fragments.

FIG. 15. — Même embryon. Coupe en arrière de la précédente; la lame dentaire est isolée du mur saillant. On voit un reste de sa connexion primitive sous forme de boule épithéliale.

FIG. 16. — Même embryon. Coupe de la lame dentaire au voisinage d'une molaire. Le bord supérieur de la lame est déchiqueté. L'organe adamantin présente des bourgeons épithéliaux à sa surface.

FIG. 17. — Même embryon. Coupe de la lame dentaire dans l'intervalle de deux molaires.

FIG. 18. — Embryon d'Ane de 18^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure passant par une incisive. On voit sur le bord gauche de la figure le mur plongeant et la base de la lèvre.

PLANCHE VI.

FIG. 19. — Embryon de Lapin de 45^{mm}. Coupe antéro-postérieure de la mâchoire inférieure montrant une incisive rudimentaire en avant de l'organe adamantin de l'incisive permanente.

FIG. 20. — Embryon de Lapin de 90^{mm}. Coupe antéro-postérieure de la mâchoire supérieure, passant sur le bord de la plus grande des incisives et sensiblement par le milieu de l'incisive suivante. La deuxième incisive permanente est indiquée par une masse épithéliale allongée, située à la face postérieure de l'incisive moyenne (ou caduque de Cuvier) et dans le même alvéole que celle-ci.

FIG. 21. — Embryon de Lapin de 32^{mm}. Coupe antéro-postérieure de la

mâchoire supérieure passant par une incisive rudimentaire à demi-engagée dans le mur plongeant. On voit en outre les organes adamantins de la grande incisive permanente et de l'incisive moyenne ou caduque de Cuvier. Cette dernière ne présente pas encore de chapeau de dentine.

Fig. 22. — Embryon de Rat de 35mm. Coupe transversale de la mâchoire inférieure passant par le sommet de l'incisive et montrant l'involution épithéliale L correspondant à cette dent. Le mur plongeant atteint jusqu'à la ligne médiane et se continuait avec celui de la seconde moitié de la mâchoire non représentée.

Fig. 23. — Même embryon. Coupe en arrière de la précédente. L'incisive est coupée transversalement, sa face antérieure est revêtue d'émail. L'organe adamantin qui l'enveloppe est sans connexion avec l'épithélium buccal. Au-dessus de lui on voit un prolongement de la lame dentaire.

Fig. 24. — Même embryon. Coupe transversale de la mâchoire supérieure montrant l'involution épithéliale L qui correspond à l'incisive supérieure.

Fig. 25. — Même embryon. Coupe transversale de la mâchoire inférieure passant au même niveau que la coupe ci-dessus. Le mur plongeant n'atteint pas la ligne médiane.

Fig. 26. — Embryon d'Écureuil de 4ctm. Coupe transversale des deux mâchoires au niveau de l'orifice buccal du canal de Sténon représenté en C. On voit l'involution épithéliale des deux incisives, et à la mâchoire inférieure le mur plongeant montre la première apparition du sillon labio-gingival.

Fig. 27. — Même embryon. Coupe en arrière de la précédente montrant l'organe adamantin de la première molaire inférieure attaché à la face externe de la lame dentaire. Sur la mâchoire supérieure la coupe passe en avant de la première molaire et ne montre que la lame.

Fig. 28. — Embryon de Kanguroo de 25mm. Coupe transversale montrant l'involution de la première incisive supérieure et celle de l'incisive inférieure unique. Les bords des deux mâchoires sont réunis par une commissure épithéliale. Le numéro de la figure est écrit dans la cavité buccale même qui est très grande, à raison sans doute du mode de lactation.

Fig. 29. — Même embryon. Coupe en arrière de la précédente, passant immédiatement en avant des molaires et montrant la lame dentaire qui leur donne naissance.

Fig. 30. — Embryon de Paresseux de 12ctm. Coupe transversale de la mâchoire inférieure au niveau d'une molaire. L'organe adamantin très mince est continu.

Fig. 31. — Fœtus de Paresseux de 17ctm. Coupe transversale du maxillaire inférieure au niveau de la deuxième molaire. Cette dent est formée de cément *Cm*, de dentine *d* et de vaso-dentine *vd* superposés. Au pourtour de l'orifice pulpaire, se voit le reste *a* de l'organe adamantin.

Fig. 32. — La région *a* de la coupe précédente vue à un fort grossissement. O indique les odontoblastes. On voit la continuité de la couche superficielle de la dentine avec la substance intercellulaire ou fondamentale du tissu pulpaire.

Fig. 33. — Schéma de la coupe précédente représentée à un plus fort grossissement et en négligeant les vides *r* dus à la rétraction des tissus. Chaque odontoblaste porte un seul prolongement dentinaire et est enveloppé d'une *gaîne de l'ivoire* de Neumann, *n*.

Fig. 34. — Embryon de Globiceps de 20^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure.

Fig. 35. — Embryon d'Oryctérope de 32^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure. Le bord supérieur de la figure montre l'épithélium buccal. Le plan médian du corps passerait à gauche de la figure. La lame est divisée en fragments L, L, etc. Au-dessus du maxillaire se voit une dent incisive composée de la manière normale.

Fig. 36. — Embryon de Dauphin de 9^{ctm}. Coupe transversale de la mâchoire inférieure. L'épithélium du plancher buccal est épais. La lame est détachée.

Planche VII.

Fig. 37. — Embryon de Balænoptère de 30^{ctm}. Coupe transversale de la lame dentaire dans la région moyenne de la mâchoire inférieure entre deux molaires.

Fig. 38. — Même embryon. Coupe transversale de l'organe adamantin d'une molaire de la mâchoire inférieure. L, bord profond ou libre de la lame dentaire. L'organe adamantin est appliqué à la face externe de la lame.

Fig. 39. — Même embryon. Coupe transversale au niveau d'une autre dent. A gauche de l'organe adamantin on voit des amas épithéliaux qui simulent une fausse lame; mais le reste de celle-ci se voit sur l'autre face de l'organe adamantin en L.

Fig. 40. — Même embryon. Coupe transversale au niveau d'une dent de la mâchoire supérieure.

Fig. 41. — Région *a* de la figure précédente vue à un plus fort grossissement.

Fig. 42. — Embryon de Balænoptère de 90^{ctm}. Cette coupe montre le sommet d'un chapeau de dentine faisant éruption au travers de l'organe adamantin très aminci.

Fig. 43. — Embryon de Balænoptère de $1^{m},50$. Coupe transversale du maxillaire supérieur. Le bord inférieur de la figure correspond à la voûte palatine. La dent *d* tricuspide se dirige horizontalement en dehors.

Fig. 44. — Même embryon. Coupe transversale d'une dent tricuspide. On voit les débris *a* de l'organe adamantin et les perforations du chapeau de dentine.

Fig. 45. — Même embryon. Vue à un fort grossissement d'un chapeau

de dentine examiné au niveau de son bord inférieur. *p*, pulpe avec des vaisseaux capillaires très larges. *a*, débris de l'organe adamantin formant un anneau autour de l'orifice pulpaire. La rétraction des tissus détermine la formation d'espaces vides artificiels *r* entre l'organe adamantin et les tissus ambiants.

Fig. 46. — Vue au même grossissement du même chapeau de dentine examiné à égale distance du sommet et de la base. Il est perforé de nombreux orifices. L'organe adamantin est réduit en fragments.

Fig. 47. — Embryon de *Spinax Acanthias* de 9[ctm]. Coupe antéro-postérieure de la mâchoire inférieure au voisinage de la ligne médiane. La lame dentaire située en arrière du cartillage maxillaire est très épaisse et se montre creusée de deux cavités adamantines.

Fig. 48. — Même embryon. Coupe horizontale de la mâchoire inférieure passant à peu près au niveau indiqué par la lettre *k* dans la figure précédente. La lame dentaire s'est détachée spontanément des tissus voisins, avec lesquels son adhérence est très faible sur chaque face. Les organes adamantins *aa* sont creusés dans l'épaisseur de la lame dentaire sur sa face antérieure.

DESCRIPTION

D'UN FŒTUS MONSTRUEUX

PRÉSENTANT UNE ATRÉSIE DES VOIES URINAIRES ET DE L'INTESTIN TRANSFORMÉS EN CLOAQUE, ET L'ABSENCE D'ORGANES GÉNITAUX

Par le Dr E.-T. HAMY
Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

(PLANCHE VIII.)

Mon prédécesseur, le docteur Henri Jacquart, qui s'était jadis occupé avec succès de recherches tératologiques, recevait parfois encore dans les dernières années de son séjour au Jardin des Plantes, des fœtus abortifs présentant des particularités intéressantes. Les dissections étaient devenues à peu près impossibles à l'anatomiste autrefois si habile, et la plupart des pièces entrées alors sous ses auspices au laboratoire d'anthropologie furent retrouvées intactes après sa retraite.

Le monstre que je vais décrire est l'un des plus intéressants de la petite collection ainsi formée par Jacquart; j'en ignore malheureusement l'origine exacte et les détails tocologiques y relatifs me sont entièrement inconnus (1). Le bocal qui renfermait la pièce avait pourtant un numéro, mais à ce numéro correspondait, sur l'inventaire sommaire dressé par le préparateur Deramond, cette simple mention: « *Fœtus hydropique.* » L'examen le plus sommaire eût démontré à l'auteur de cette appellation erronée, que la distension abdominale qui avait attiré son attention, a un double point de départ tout spécial; l'atrésie intestinale et l'oblitération du canal urinaire.

I. — Le fœtus est long de 35 centimètres; sa tête est bien conformée et ses membres n'offrent aucune anomalie apparente. Mais son abdomen, largement distendu, a pris l'aspect d'une bourse pyriforme, mesurant quoique lâche et flétrie, 21 centimètres de circonférence au niveau de la poitrine et 44 à la hauteur du bassin.

(1) Le volume énorme de l'abdomen distendu par les liquides et l'absence de toute trace d'intervention chirurgicale, semblent pourtant bien indiquer qu'il n'y a pas eu accouchement. Le fœtus, âgé de sept mois ou environ, doit avoir été mis au jour après la mort de la mère.

La cavité, primitivement remplie, laisse encore écouler par la large incision que l'on pratique à la face antérieure, plus de 300 grammes de liquide.

Les enveloppes se plissent au sommet pour retomber à la base sur les cuisses qu'elles recouvrent presque complètement; le tissu musculaire correspondant aux muscles droits et obliques n'y est plus représenté que par quelques fibres dispersées en faisceaux épars et irrégulièrement entre-croisés.

La liqueur encore contenue dans la poche, est louche et fétide; nous y constatons la présence d'une grande quantité de méconium mélangé à des liquides devenus indéterminables.

La cavité vidée est largement fendue et les parois, rabattues sur les côtés, permettent de reconnaître aussitôt la double origine des matières qui l'avaient remplie.

Il n'y avait sur notre sujet *aucun orifice anal*, *aucun méat urinaire* apparent. Non seulement l'anus faisait absolument défaut, mais il n'apparaissait aucune dépression quelconque entre les fesses du petit monstre.

En soulevant la tumeur on rencontrait bien dans sa paroi postérieure, à quelque distance en avant et en bas de la pointe du coccyx, un cylindre charnu, long de 6 millimètres et large de 4; mais ce cylindre, fendu dans sa longueur, se montrait composé d'un petit corps plein, de forme irrégulièrement conique, long de 2 millimètres, de même largeur à sa base, recouvert d'une sorte de capuchon, et relié à la symphyse pubienne par un cordonnet fibreux de 22 millimètres de long sur 2 millimètres de large. C'est là tout ce qui représente les organes urinaires externes du fœtus, ébauche d'un pénis, semble-t-il, recouvert de son enveloppe préputiale.

L'ouraque étant complètement oblitérée (1), l'urine n'a trouvé, pendant une grande partie de la vie du sujet, aucun écoulement au dehors; elle a distendu de plus en plus la vessie, tandis que le méconium s'accumulait dans le gros intestin fermé à son extrémité.

Les deux cavités, ainsi dilatées, comprimées l'une contre l'autre, ont fini par se réunir en une seule qui s'enflant démesu-

(1) M. de Rochebrune, alors préparateur au laboratoire d'anthropologie, qui voulait bien me prêter son concours dans cette dissection, a vainement tenté d'y pousser une injection.

rément, est devenue un véritable *cloaque*, récipient commun des matières secrétées par l'intestin et par l'appareil urinaire.

II. — On reconnaît, sans trop de difficulté, malgré la macération des tissus, les deux cavités primitives, encore en partie distinctes ; l'une située à gauche, vessie très déformée, dans laquelle débouche un uretère ; l'autre placée à droite, sorte de colon plus déformé encore, auquel vient aboutir le petit intestin.

Décrivons d'abord ce qui représente la vessie. C'est une cavité (V) irrégulièrement conique, à sommet supérieur, dont les parois forment un certain nombre de plicatures verticales entre lesquelles la muqueuse pénètre pour former diverses cellules irrégulières de médiocre profondeur. On y voit déboucher en haut et en arrière, à peu près à égale distance du sommet et de la base, un orifice étroit, transversalement fendu, qui se continue par un canal demi-cylindrique creusé dans la paroi postérieure, et descendant jusqu'au voisinage de l'angle postérieur et externe du trigone vésical. Cet orifice est l'ouverture de l'uretère gauche, qui aboutissait primitivement, comme à l'état normal, à l'angle même du trigone de Lieutaud, en parcourant sous la muqueuse le trajet actuellement représenté par le demi-canal. Sous l'influence de la dilatation forcée, l'uretère distendu lui-même et que ne séparait de la cavité vésicale qu'une double cloison assez mince semble s'être peu à peu laissé absorber dans le récipient urinaire, tout en marquant dans la paroi l'empreinte de son ancien parcours. On ne trouve aucun autre orifice qui puisse correspondre à un uretère droit, si rudimentaire qu'il puisse être, ou à un vestige quelconque de canal de Müller plus ou moins comparable à ceux que le Dr Martin a signalés dans une observation assez analogue à la nôtre (1). Il n'existe non plus à la surface interne de la vessie, dans l'état actuel des choses, aucune trace de plaque semblable à celles que M. Martin a décrites.

L'uretère unique, accolé à la paroi postérieure de la poche, est représenté dans notre figure par un contour pointillé. Largement dilaté immédiatement au-dessus de l'orifice (O), qui le met en communication avec la vessie, il se rétrécit graduelle-

(1) Dr E. Martin. *Mémoire sur un cas de persistance des canaux de Müller ; oblitération des voies urinaires, neutralité sexuelle* (*Journal de l'Anatomie*, etc., t. XIV, p. 21-33 et pl. III, 1878).

ment pour retrouver son diamètre habituel un peu au-dessous de sa sortie du rein.

Ce dernier organe (R) est à peu près normal, les lobations qui le découpent ne sont ni plus nombreuses, ni plus profondément incisées qu'on ne les voit habituellement sur un fœtus du même âge.

La capsule surrénale (Q) est volumineuse et sensiblement modifiée dans sa forme, qui rappelle celle du fruit du néflier.

III. — La cavité droite de la tumeur est séparée de la gauche par un repli falciforme (H) d'une certaine épaisseur, vestige de la cloison double qui séparait primitivement la vessie de l'intestin; ce repli, relativement large et épais vers le sommet de la vessie, s'atténue graduellement de façon à s'effacer complètement au niveau du trigone.

La cavité intestinale dont nous abordons maintenant l'examen, beaucoup plus vaste que la vésicale, ce qui peut s'expliquer par le degré bien moindre de résistance qu'ont rencontré les liquides et les gaz dans le colon (1) que dans la vessie pourvue d'enveloppes musculaires continues et relativement solides. Cette cavité intestinale a la forme d'un ovoïde assez régulier, au grand axe incliné de haut en bas, de gauche à droite et d'arrière en avant. Les contours en sont extrêmement anfractueux; des plis irréguliers, généralement perpendiculaires au grand axe de la tumeur, y limitent des culs-de-sac (G, G', G") plus ou moins larges et plus ou moins profonds, celluleux ou naviculaires, exagération manifeste des dispositions habituelles aux renflements et aux sillons du colon en général et du colon transverse en particulier (2). On voit en outre à la face profonde de la poche des plicatures superficielles dépendant de la muqueuse (F, F') et vers son pôle supérieur surtout, je crois reconnaître les restes des brides musculeuses (I, I') qui doublent à l'état normal les parois coliques.

Un orifice, le seul que l'examen le plus attentif ait permis de reconnaître, débouche dans l'intérieur de la cavité que je viens de décrire, à proximité du sommet. C'est la valvule iléo-cœcale (X)

(1) On sait que le gros intestin se laisse facilement distendre, et que dans certains cas de tympanite on l'a vu remplir la plus grande partie de la capacité abdominale.

(2) Il n'y a rien qui corresponde au colon descendant ou à l'S iliaque, à plus forte raison au rectum.

avec son bourrelet saillant, où l'on distingue les deux lèvres, les commissures et les freins de la description classique, le tout quelque peu déformé et se présentant en travers au lieu d'affecter, comme à l'ordinaire, une direction antéro-postérieure.

La saillie valvulaire sépare deux poches horizontalement couchées, comme la valvule elle-même ; la droite, profonde de 4 centimètres, est le cœcum (B) ; la gauche, qui n'en atteint que 2, est ce qui reste du colon ascendant (C). La contexture générale de ces deux diverticules est demeurée normale (1), leurs rapports seuls sont modifiés, ainsi que je viens de le montrer.

IV. — L'iléon (D) est assez largement développé au-dessus de la valvule iléo-cœcale, mais il se rétrécit 13 centimètres plus haut pour finir par s'oblitérer au niveau de la face postérieure du lobe gauche du foie, avec laquelle il a contracté des adhérences intimes.

On constate de plus, en dévidant de bas en haut le paquet intestinal, que l'une des anses, étranglée dans la concavité d'une autre, est réduite ainsi que la voisine à une sorte de cordelette. Après une anse libre, remplie d'une pulpe jaunâtre, on en retrouve une autre qui présente des indurations noueuses. Le duodénum n'atteint en moyenne qu'un millimètre et demi de calibre. Enfin, l'estomac, réduit à une pochette falciforme, apparaît comprimé et comme froissé entre les deux lobes du foie relativement volumineux.

Il n'existe point de cavité péritonéale apparente.

Les lobes pulmonaires, réduits à leur minimum de volume, sont normalement conformés. Le cœur, un peu gros, est déplacé en haut et à gauche. Enfin, la cage thoracique est fortement bombée en avant et en haut.

Les phénomènes de compression, qui ont eu pour résultat de déformer le haut du tronc en refoulant ainsi puissamment les organes thoraciques et abdominaux supérieurs, ont amené un arrêt d'évolution des plus manifestes dans tout le squelette pelvien. Le bassin, qui n'a d'ailleurs à loger aucun des organes qu'il est destiné à contenir à l'état normal, le bassin, dis-je, repoussé en bas et en arrière, verticalement étiré, est presque entièrement aplati, découpé, suivant la comparaison de M. de

(1) Il n'y a cependant pas d'appendice vermiculaire apparent.

Rochebrune, en une sorte de *collier de cheval*, et à peine un peu relevé en avant et en haut au niveau de la symphyse. Sa plus grande largeur aux crètes iliaques est de 55 millimètres, le détroit supérieur mesure 14 millimètres de large, l'inférieur n'en dépasse pas 7, et la distance entre l'épine iliaque antérieure et supérieure et la supérieure et postérieure du même côté, est seulement de 24 millimètres. Sur un fœtus normal du sexe masculin et de la même taille (35 centimètres), la largeur maxima du bassin reste à peu près la même (54 millimètres); mais le détroit supérieur atteint 22 millimètres et demi, et l'inférieur 15 millimètres environ. Enfin, la distance de l'épine iliaque antérieure et supérieure à la supérieure et postérieure s'élève à 31 millimètres.

Le membre inférieur est sensiblement plus court chez le fœtus monstrueux que chez le même fœtus normal; la longueur du fémur du premier n'atteint pas tout à fait 5 centimètres, le même os mesure 67 millimètres sur le second. On constate des diminutions analogues sur les autres segments.

Comme la taille est la même, comme les dimensions de la tête n'ont pas sensiblement varié, il faut admettre que c'est l'élongation du bassin signalée plus haut qui vient compenser le raccourcissement du membre inférieur.

Le membre supérieur a d'ailleurs, lui aussi, souffert dans son développement. Son humérus n'a que 46 millimètres, tandis que celui du fœtus bien conformé en mesure 59.

V. — Considéré dans son ensemble, le sujet monstrueux que je viens de faire connaître avec les détails que comportait sa conservation imparfaite (1) ressemble beaucoup à celui qu'a décrit M. Ernest Martin dans le travail auquel j'ai déjà renvoyé le lecteur (2).

Ce dernier sujet offre presque exactement les caractéristiques extérieures du nôtre; tumeur pyriforme largement dilatée (3), absence complète d'anse, atrophie des organes urinaires ex-

(1) Toute étude histologique était notamment impraticable.

(2) E. Martin, *op. cit.* (*Journ. de l'Anat.*, t. XIV, p. 21-33, pl. III, 1878).

(3) M. Martin qui a eu la pièce le lendemain de son extraction a pu, en suturant les bords de l'incision qu'avait pratiquée le chirurgien pour extraire le fœtus, faire entrer dans la poche plus de 2,500 grammes d'eau (p. 25). La cavité ne devait guère être moins volumineuse sur le sujet que nous étudions ici.

ternes (1), arrêt de développement du squelette pelvien (2). Mais il en diffère profondément par la séparation de l'ampoule qui représente chez lui les colons ascendant et transverse, et de la vessie dilatée qui forme à elle seule toute sa tumeur; par la disposition normale de son intestin grêle, depuis le pylore jusqu'à la valvule iléo-cœcale ; par l'existence d'un appareil secréteur de l'urine complet et normal ; enfin par la présence de ces deux canaux, parallèles aux uretères qu'ils longent en dedans, oblitérés à leur extrémité supérieure, sur la description desquels M. Ernest Martin a très justement insisté et qu'il considère avec beaucoup de vraisemblance comme le vestige des canaux de Müller arrêtés dans leur évolution (3).

L'observation que l'on vient de lire montre une phase plus avancée du processus tératologique que M. Martin a si bien étudié, phase caractérisée par *la fusion des cavités intestinale et vésicale, dilatées l'une et l'autre par suite des obstacles insurmontables apportés à l'émission des produits* qu'ils doivent normalement expulser, *l'absorption dans la tumeur du gros intestin tout entier*, *l'oblitération partielle de l'intestin grêle*, *l'absence de l'un des reins et de ses dépendances*, et enfin *l'atrophie complète des organes génitaux*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

A. Poche principale formée aux dépens du gros intestin.
B. Diverticule correspondant au cœcum.
C. Autre diverticule plus petit correspondant au colon ascendant.
X. Valvule iléo-cœcale. Un stylet est engagé dans cette valvule.
D. Iléon dilaté (pointillé).
E. Partie de l'iléon se rétrécissant à 13 centimètres au-dessus de la valvule iléo-cœcale.

(1) Une fente toute superficielle, pratiquée au niveau de la symphyse pubienne, a paru à M. Martin dessiner assez nettement une vulve rudimentaire, pour que ce tératologiste expérimenté se soit cru autorisé à considérer le fœtus qu'il décrivait « comme ayant une tendance à la sexualité féminine » (*Ibid.*, p 26).

(2) « Le bassin, dit M. le Dr Martin (p. 26), mesure 2 centimètres et demi du sacrum à la symphyse du pubis, 2 centimètres entre les pièces cotyloïdiennes et 3 centimètres d'une pièce iliaque à l'autre : dans aucune de ces parties nous n'avons rencontré un seul point d'ossification ; elles sont donc, relativement aux autres régions du squelette, dans un état de développement retardé, et nous pouvons rattacher ce retard à l'absence des organes que le bassin doit loger lorsque le travail d'évolution embryonnaire suit son cours régulier. »

(3) Id., *ibid.*, p. 29-31, pl. III, fig. 3.

F, F'. Plicatures de la muqueuse qui tapisse la poche.

G, G', G''. Culs-de-sac séparés par des brides perpendiculaires au grand axe de la poche.

H. Repli falciforme qui sépare la poche intestinale de la vessie.

I, I'. Brides musculeuses de la paroi intestinale.

V. Vessie.

O. Orifice de l'uretère gauche. Un stylet est figuré pénétrant dans cet orifice.

U. Canal demi-cylindrique prolongeant l'uretère jusqu'au trigone de Lieutaud.

R. Rein gauche multilobulé.

Q. Capsule surrénale.

P. Rate.

ÉTUDES HISTOLOGIQUES ET MORPHOLOGIQUES

SUR LES

ANNEXES DES EMBRYONS D'OISEAU

Par Mathias DUVAL

(PLANCHES IX A XII.)

I

La présente étude a pour objet deux questions principales :

1° Rechercher comment le blastoderme s'étend sur la sphère vitelline, au-dessous de la membrane vitelline, et comment, arrivé à l'hémisphère inférieur du jaune, le sac blastodermique se ferme. Cette occlusion de la vésicule ombilicale du poulet est importante à élucider, car son étude se rattache aux questions que soulèvent les théories du *blastopore,* de l'*anus de Rusconi,* de la *Gastrula,* en un mot. Cependant nous n'aborderons pas ici les questions théoriques, nous contentant d'exposer les faits très précis et très singuliers que nous avons constatés, et, pour ne rien préjuger, nous donnerons simplement le nom d'*ombilic ombilical* à la région où se fait cette occlusion, région tout à fait comparable à l'ombilic amniotique, et, mieux encore, à l'ombilic cutané ou abdominal. Comme cet ombilic appartient à la vésicule ombilicale, nous lui donnons un nom qui, par une double répétition de la racine *ombilic*, rappelle et sa disposition et la vésicule à laquelle il appartient.

2° Étudier la formation d'un organe jusqu'à ce jour inconnu des embryologistes chez les oiseaux, organe auquel nous donnerons le nom de *placenta* ou de *sac placentoïde,* dénomination qui sera assez justifiée par la nature et les dispositions de cet organe.

Cette seconde question est particulièrement intéressante, et son étude a été, de notre part, l'objet de longues investigations depuis plusieurs années.

Dès le 22 mai 1880, dans une note à la Société de Biologie (*Sur quelques faits relatifs à l'amnios et à l'allantoïde*), nous faisions remarquer que « l'allantoïde présente, dans ses rapports

« avec l'albumine ou blanc de l'œuf, des dispositions très re-
« marquables; ce blanc de l'œuf n'est que peu à peu résorbé;
« vers le dixième jour de l'incubation, il en reste encore une
« masse notable accumumulée uniquement à la partie infé-
« rieure de l'œuf, c'est-à-dire vers le pôle non embryonnaire
« de la vésicule ombilicale. Or, sur des œufs présentant une
« allantoïde complètement développée, on constate que la masse
« albumineuse en question est accumulée entre la vésicule om-
« bilicale et l'allantoïde. Cette dernière ne serait donc pas dé-
« veloppée, selon le schéma classique, entre les deux feuillets
« de la vésicule ombilicale (mieux blastodermique); car, alors,
« l'albumine aurait dû rester en dehors de toutes les membra-
« nes de l'œuf. Sans doute, l'allantoïde, se revêtant du chorion,
« se détache des autres annexes du fœtus, ou tout au moins se
« détache-t-elle de la vésicule ombilicale pour aller s'étendre
« au contact immédiat de la face interne de la coquille. En tout
« cas, l'histoire de l'allantoïde, dont le schéma classique a dû
« être, dans ces dernières années, modifié chez les ruminants
« (Dastre), paraît avoir besoin d'être reprise même chez les
« oiseaux. »

Le fait que nous signalions dans cette note se réduit à la constatation très simple du contact de l'allantoïde avec la face interne de la coquille, ou mieux de la membrane coquillère sur toute l'étendue de cette face interne. En recherchant ce que les embryologistes avaient dit à cet égard, on trouve entre eux de singulières contradictions.

D'une part, à une époque où les dispositions des feuillets blastodermiques n'étaient pas bien connues, où la cavité pleuro-péritonéale n'avait pas été étudiée, surtout pour ce qui est de sa partie extra-embryonnaire, et où, par suite, on n'avait pas vu que l'allantoïde s'étend d'abord dans cette cavité, Dutrochet, en 1837, ayant constaté et bien décrit comment l'allantoïde s'étend à la face interne de la coquille, n'avait éprouvé aucune peine à se rendre compte de cette extension, puisqu'il ne connaissait pas les membranes que cette vésicule devait perforer ou repousser en s'en revêtant, pour quitter la sphère vitelline et aller jusqu'à la surface interne de la coquille. Dutrochet ne connaissait, comme membrane pouvant faire obstacle à cette extension de l'allantoïde, que la membrane vitelline, et ce qu'il

appelait la membrane chalazifère. Voici, du reste, les passages caractéristiques de la description de Dutrochet (*Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*. 1837, t. II, pages 211 et suiv.) : « La vessie ovo-urinaire (c'est le nom qu'il donne à l'allantoïde) naît du cloaque du poulet; elle sort de l'abdomen par l'ouverture ombilicale.... la vessie ovo-urinaire n'entraîne avec elle aucune enveloppe.... Encore fort étroite, elle devient adhérente, par son fond, à la membrane propre du vitellus (membrane vitelline)...... Le septième jour, le développement toujours croissant de la vessie ovo-urinaire a rompu la membrane propre du vitellus, et cette poche, placée entre le vitellus et la membrane de la coque, continue à s'étendre en augmentant continuellement sa circonférence...... A la fin du neuvième jour de l'incubation, la vessie ovo-urinaire, continuant toujours à glisser entre la membrane de la coque et les substances que cette coque renferme, a recouvert l'albumen dans la partie supérieure de l'œuf et est arrivée à la chalaze du petit bout.... Enfin, le dixième jour, on trouve tout le contenu de l'œuf, c'est-à-dire l'amnios renfermant le poulet, le vitellus et ce qui reste d'albumen, entièrement enveloppé par la vessie ovo-urinaire, dont les extrémités, s'étant jointes par ce développement progressif et périphérique, s'unissent et se soudent pour toujours dans leur position de réunion. » — Cette description, accompagnée de figures qui ne laissent aucun doute sur l'interprétation de Dutrochet, a été reproduite plus tard par Baudrimont et Martin Saint-Ange (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement du fœtus et, en particulier, sur l'évolution embryonnaire des oiseaux et des batraciens*. Paris, 1850, pages 105 et 106).

D'aure part, les embryologistes contemporains, forts des connaissances acquises par les coupes microscopiques de l'embryon et des zones du blastoderme voisines de l'embryon, ont pu reconnaître que l'allantoïde, en sortant de l'ouverture ombilicale de l'embryon, n'arrive pas pour cela à l'extérieur, mais bien dans la fente pleuro-péritoniale, dans le cœlome externe, et que son extension se continue dans ce cœlome, c'est-à-dire entre les deux couches du feuillet moyen, entre le feuillet fibro-cutané du chorion, et le feuillet fibro-intestinal de la vésicule ombilicale. Mais les rapports restent-ils toujours les mêmes à mesure

que l'allantoïde s'étend davantage vers le pôle inférieur de l'œuf? Tous les auteurs semblent répondre par l'affirmative, c'est-à-dire que, s'en rapportant uniquement au schéma classique de la formation des annexes chez l'embryon de mammifère, ils paraissent sous-entendre que chez les oiseaux les choses se passeraient de même. C'est que généralement on n'étudie le développement du poulet que pour acquérir des notions applicables à l'embryologie des mammifères, de l'homme, et qu'après avoir étudié ce qui se passe au niveau des annexes dans les parties voisines du corps de l'embryon, on ne s'est pas soucié de poursuivre l'étude microscopique de ces annexes vers le pôle de l'œuf opposé à l'embryon, parce que, encore une fois, on n'étudiait pas l'œuf de l'oiseau pour lui-même, mais seulement comme introduction à l'étude de l'œuf et des annexes des mammifères. Tel est bien en effet le cas de Kœlliker, dont le traité classique, et si complet à tant d'égards, ne nous donne cependant aucune indication sur la manière dont l'allantoïde du poulet arrive jusqu'au contact de toute l'étendue de la face interne de la coquille.

Il existe cependant un traité d'embryologie consacré uniquement à l'histoire de l'œuf du poulet; c'est l'ouvrage de Forster et Balfour (traduction française, Paris, 1877). Aussi espérions-nous y trouver quelques indications sur le sujet en question. Or, une lecture attentive des pages, qui, dès le début de l'ouvrage, sont consacrées à l'étude des annexes, fait tout d'abord comprendre que Forster et Balfour se sont contentés d'appliquer au poulet le schéma classique, sans s'attacher à le vérifier; plus loin, vers la fin de cet ouvrage, où l'évolution du poulet est étudiée jour par jour, on pouvait espérer de trouver quelques détails particuliers sur les rapports de l'allantoïde avec l'albumine de l'œuf et avec la coquille; mais ici encore il est évident que les auteurs s'en sont tenus au schéma classique; voici en effet ce qu'ils disent à ce sujet (pages 242 et 243). « Le onzième jour, la division du mésoblaste se poursuit encore, le jaune se trouve enveloppé d'une manière complète par le sac vitellin (splanchnopleural), sauf au pôle opposé à l'embryon, où une petite portion du vitellus reste encore quelque temps découverte; en ce point, le reste du blanc de l'œuf demeure adhérent sous la forme d'un bouchon de tissu dense et visqueux. — Pendant

ce temps l'allantoïde s'étend avec rapidité et repose sur l'embryon immédiatement au-dessous de la coquille; elle n'est plus séparée de la membrane coquillière que par une membrane très mince, appelée le chorion, formée du feuillet externe primitif de l'amnios et des restes de la membrane vitelline. L'allantoïde se soude en partie à ce chorion... Vers le seizième jour, le blanc ayant absolument disparu, la division du mésoblaste s'achève au pôle du vitellus opposé à l'embryon. Alors le sac vitellin, comme l'allantoïde qui l'entoure maintenant de tous côtés, se trouve libre dans un espace limité de toutes parts par le chorion et continu avec la cavité pleuro-péritoniale du corps de l'embryon. »

Ainsi, dans cette description de Forster et Balfour, deux choses à noter:

1° Aucun détail sur la manière dont se ferme le sac vitellin à son pôle inférieur, ni sur la manière selon laquelle la division du mésoblaste s'étend jusqu'au niveau de ce point d'exclusion. C'est précisément l'étude de ces détails qui forme l'une des questions que le présent mémoire a pour objet.

2° A aucun moment une certaine masse de l'albumine ne serait comprise dans une sorte de sac circonscrit par des prolongements allantoïdiens. Or cette conclusion est en contradiction absolue avec ce que donnent les observations les plus élémentaires, avec ce qu'avait constaté dès 1837 Dutrochet; alors qu'il existe encore une masse considérable d'albumine ou blanc de l'œuf, l'allantoïde, se détachant du globe vitellin, s'étend sur cette albumine, pour s'appliquer à la face interne de la coquille, de sorte que cette albumine est alors renfermée dans un sac que constituent d'une part ces prolongements de l'allantoïde et d'autre part la face inférieure de la sphère vitelline. En étudiant la formation de ce sac et l'histologie de ses parois, nous avons constaté que sa face interne se couvre de villosités, lesquelles servent sans doute à la résorption de la masse albumineuse incluse; nous nous trouvons donc en présence d'un véritable organe placentoïde; telle est l'étude qui forme la seconde des questions que le présent mémoire a pour objet.

II

Nous venons d'indiquer, en les simplifiant, et le point de dé-

part de ces recherches, et en partie l'un des résultats auxquels nous sommes arrivés (sac plaçentoïde). Mais les recherches poursuivies pour arriver à une solution nous ont présenté tant de difficulté que pendant longtemps nous avons douté qu'il nous fût jamais donné d'éclaircir ces questions.

L'œuf du poulet nous avait d'abord uniquement servi. Or, quand ouvrant un de ces œufs dans la dernière moitié de la durée de l'incubation, nous cherchions à isoler les formations énigmatiques accumulées dans la région opposée à celle qu'occupe l'embryon, il nous était impossible d'obtenir, pour un examen microscopique, autre chose que des lambeaux de membranes, dont la nature était difficile à déterminer. C'est en vain qu'alors nous tentions de durcir un œuf en totalité (avec sa coquille, ou dépouillé seulement de sa coquille) par les solutions chromiques ; la masse était trop considérable ; la superficie de la pièce devenait cassante et la pièce entière se brisait avant qu'on pût tenter aucune coupe. Si nous durcissions la pièce par l'alcool absolu, la masse d'albumine accumulée dans la région qu'il fallait surtout étudier, prenait, sous l'influence de ce réactif, une dureté comparable à celle de la pierre (dans les premiers jours de l'incubation l'albumine ne prend nullement cette dureté sous l'influence de l'alcool absolu), et alors encore il était impossible de faire des coupes de l'œuf en totalité.

Nous avions cependant, par ces procédés et divers autres, obtenu un certain nombre de coupes, incomplètes, c'est-à-dire ne présentant que par fragments les parties à étudier : il était par suite très hasardeux de chercher à déterminer par ces préparations la nature des formations diverses constatées vers la région non embryonnaire de l'œuf; une semblable détermination ne peut être faite que sur des préparations donnant en coupe la totalité des parties, avec continuité des membranes, car ces membranes changent d'aspect et même de texture d'une région à l'autre, et c'est leur continuité bien plus que leur composition histologique qui peut faire reconnaître leur vraie nature et signification.

C'est alors que nous eûmes recours à des œufs de petite dimension ; par suite de conditions particulières, il nous fut possible de recueillir au printemps de 1883 un grand nombre d'œufs de fauvette et quelques-uns de rossignol à toutes les pé-

riodes de l'incubation; ayant essayé de les préparer en les plongeant d'abord dans la liqueur de Kleinenberg (acide picro-azotique) puis dans l'alcool, le résultat obtenu fut on ne peut plus satisfaisant ; la décalcification de la coquille était complète, et en même temps l'albumine, sur les œufs avancés en développement, ne prenait pas la dureté extrême qui avait été l'un des écueils des premières recherches. Ces œufs purent être débités en séries de coupes, sur lesquelles on suivait au microscope le trajet des membranes aussi nettement que sur une figure schématique, en même temps qu'on pouvait étudier, avec de forts grossissements, les éléments histologiques de ces membranes, éléments fixés et bien conservés par l'action de la liqueur de Kleinenberg. Alors il fut possible d'interpréter les fragments de coupes obtenus précédemment sur les œufs de poulet, et de constater que les choses se passent de même dans les œufs d'oiseau de grande ou de petite dimension.

Nous n'avons rien de particulier à indiquer sur la manière dont ont été pratiquées, colorées et conservées les coupes : nous avons ici, comme toujours, fait usage de l'inclusion au collodion, avec colladionage des surfaces de section, lorsqu'il y avait à craindre une dislocation des parties qu'allait entamer le rasoir (1).

III

Nous prendrons pour point de départ de ces études l'état d'un œuf de poule au troisième jour de l'incubation. Il est représenté dans la figure 1 de la planche I, figure qui n'est schématique qu'en ce que les dimensions de la coupe du corps de l'embryon ont été exagérées, par rapport aux dimensions générales de la sphère vitelline. Les dispositions sur lesquelles nous devons nous arrêter sont les suivantes :

L'albumine est résorbée au niveau de l'embryon et on ne commence à la retrouver que sur les côtés de l'hémisphère supérieur du globe vitellin ; c'est un fait qui doit être bien connu de tous ceux qui étudient l'embryologie du poulet ; avant l'incubation, l'albumine entoure tout le jaune, en une couche mince en haut, en une masse épaisse sur les côtés et en bas, et, à cette

(1) Voir, pour cette question de technique, notre mémoire sur la *Corne d'Ammon* (Archives de Neurologie, n° 6, de l'année 1881-1882).

époque, quand on veut par exemple faire agir l'acide osmique sur la cicatricule, il faut, avec une pipette et des ciseaux, la débarrasser de la couche d'albumine qui la recouvre; mais dès que l'embryon se développe, dès l'apparition des lames médullaires, on ne trouve plus d'albumine sur la région de l'aire embryonnaire, et peu à peu la partie ainsi dépouillée d'albumine s'étend circulairement jusqu'à atteindre ultérieurement l'équateur de la sphère vitelline.

Ce n'est pas seulement l'albumine qui est résorbée; la membrane vitelline, dans la région qui répond à l'embryon, est peu à peu amincie et disparaît; ce fait est important pour comprendre comment s'étendront ultérieurement les membranes annexes, aussi devons-nous y insister. Comme toutes nos coupes, sur des pièces incluses dans le colladion, nous présentent en place toutes les parties, nous avons pu nous assurer de la constance du fait : la membrane vitelline s'amincit, dans la région de l'embryon, dès le second jour de l'incubation, et, au troisième jour elle présente, dans cette région, une perte de substance, une perforation, de sorte que, comme le représente la figure 1, ce n'est plus que de chaque côté de la région embryonnaire qu'on retrouve la membrane vitelline, dessinée par un bord aminci libre, s'épaississant graduellement pour aller recouvrir les régions de l'équateur et du pôle inférieur du jaune.

Pour ce qui est de l'embryon et du blastoderme, nous n'avons rien à signaler pour les parties centrales, mais l'étude des régions périphériques, à partir de l'aire opaque, nous présente déjà, sur cette figure 1, des particularités qui ne sont pas d'accord avec les notions classiques (nous prenons ici comme type des données classiques des descriptions de Kœlliker): le fait le plus essentiel à constater est la manière dont le feuillet externe et le feuillet interne sont étendus sur la sphère vitelline. On sait que, en dehors de l'aire opaque, ou, pour mieux dire, de l'aire vasculaire, on trouve, en examinant le blastoderme en surface, à l'œil nu, une zone que Kœlliker appelle, avec de Baer, l'*aire vitelline,* et sur laquelle il distingue une partie interne et une partie externe (zone interne et zone externe de l'aire vitelline. Kœlliker, trad. fr., p. 91). D'après Kœlliker l'aire vitelline serait formée dans toute son étendue par le feuil-

let externe et par le feuillet interne, ce dernier épaissi et formant le bourrelet entodermique; ce feuillet interne serait surtout épais dans la zone interne de l'aire vitelline, puis s'amincirait rapidement en passant dans la zone externe, où il finirait en même temps que l'ectoderme (op. cit., p. 121); et le même auteur donne une figure (p. 197, fig. 114) où l'on voit en effet le bord de l'aire vitelline formé par la terminaison, au même niveau, de l'ectoderme et de l'entoderme. Or toutes nos préparations nous montrent que les choses sont disposées tout autrement, et notamment que, ainsi que le représentent les figures 1 et 2, l'entoderme ne double l'ectoderme que dans la zone interne de l'aire vitelline, la zone externe étant formée uniquement par l'ectoderme appliqué directement sur la masse vitelline. A ce premier fait, topographique pour ainsi dire, s'en ajoutent d'autres relatifs à des détails de composition histologique des feuillets du blastoderme dans les deux zones de l'aire vitelline. Nous allons en faire l'étude d'après des préparations empruntées à un œuf tel que celui représenté par la figure 2.

Cette figure 2 nous montre l'état des choses après le troisième jour de l'incubation: sans nous arrêter aux détails de la partie supérieure de la figure, où on voit la coupe du corps de l'embryon et de l'amnios déjà occlus en cette région, nous remarquerons, en allant au niveau et au-dessous de l'équateur de la sphère vitelline, que la membrane vitelline a subi une perte de substance de plus en plus étendue, de telle sorte que maintenant elle ne recouvre plus que l'hémispère inférieur du jaune et que, n'étant plus maintenue au niveau de l'équateur, elle commence à se plisser en se ramassant sur cet hémisphère inférieur, comme le ferait toute calotte de substance élastique qui cesserait d'être étroitement appliquée sur un corps sphérique. Nous verrons que ce plissement de la membrane vitelline s'accentue de plus en plus avec les progrès de l'incubation, c'est-à-dire à mesure que cette membrane est réduite à une calotte de plus en plus étroite, devenant ainsi libre sur le pôle inférieur de la masse vitelline. La résorption de l'albumine a marché à peu près comme celle de la substance de la membrane vitelline. — Quant à l'aire vitelline, elle s'est étendue jusque très au delà de l'équateur de l'œuf, et elle est toujours formée (de B à C, fig. 2) d'une zone interne (entoderme et ectoderme) et d'une zone

externe (ectoderme seul). Pour étudier la composition histologique de ce blastoderme, nous en examinerons trois régions, correspondant aux points A, B et C de la figure 2.

Dans le point A, où le feuillet moyen (voy. fig. 2) est divisé en deux lames que sépare la fente pleuro-péritonéale, nous voyons à un grossissement de près de 300 diamètres (fig. 3, A), le feuillet externe (*e x*) auquel est accolée la lame fibro-cutanée (*f c*) du feuillet moyen ; puis, séparés des précédents par la fente séreuse (*p p*), la lame fibro-intestinale (*f i*) avec les vaisseaux et globules de sang en voie de formation, le tout revêtu par le feuillet interne ou entodermique. Ce feuillet (*i n*) est ici formé de grosses cellules coniques, renfermant dans leur partie profonde un noyau volumineux.

Dans le point B (fig. 2), qui correspond au bord du feuillet moyen, nous voyons (fig. 4, B), que ce feuillet moyen est resté indivis au niveau de ce bord, où les lames fibro-cutanée et fibro-intestinale viennent se confondre en une masse commune. Nous donnons à cette masse commune le nom de *bourrelet mésodermique* (*b m*, fig. 4), car nous allons la voir, dans la suite du développement, se renfler d'une manière remarquable, et jouer un rôle important dans l'occlusion de la vésicule ombilicale, dans la formation de l'ombilic ombilical. En dehors du feuillet moyen, l'ectoderme n'est remarquable qu'en ce que, au niveau du bourrelet mésodermique, il est formé de plusieurs assises de cellules dessinant déjà de légères saillies, futures villosités ectodermiques. Quant au feuillet interne, il n'est pas représenté ici par des cellules, mais simplement par une couche de matière vitelline (grosses et petites sphères granuleuses dites vitellus jaune), au milieu de laquelle sont épars des noyaux. — En suivant, sous le miscrocope, les régions successivement intermédiaires aux points A et B de la figure 2, on voit toutes les formes de transition entre les cellules entodermiques de la figure 3 (A), et la matière vitelline parsemée de noyaux de la figure 4 (B), c'est-à-dire que l'extension de l'entoderme se fait grâce à un développement de cellules dont chacune a pour origine le groupement d'une certaine masse vitelline autour d'un noyau ; la cellule se présente alors comme pleine de sphères vitellines de diverses dimensions, lesquelles sont peu à peu résorbées, de sorte que finalement on a sous les yeux de

grandes cellules claires, de forme conique, telles que celles représentées dans la figure 3 (A), en *in*. — En suivant sous le microscope les régions successivement intermédiaires entre les points B et C de la figure 2, on voit que, dans toute l'étendue de la zone interne de l'aire vitelline, le feuillet interne est ainsi constitué par une couche vitelline parsemé de noyaux; ces noyaux deviennent graduellement plus rares, puis cessent tout à coup, vers la région moyenne de l'aire vitelline, là où commence ce qu'on appelle la zone externe de cette aire.

Dans ce point C (fig. 2), qui correspond à la zone externe de l'aire vitelline, nous voyons (fig. 5, C), que le blastoderme n'est plus représenté que par le feuillet externe ou ectodermique, étendu en une simple couche de cellules, sur une masse vitelline qui ne présente pas de noyaux. Le bord libre de l'ectoderme est légèrement renflé (*a*, fig. 5) ; nous donnerons le nom de *renflement* ou *bourrelet ectodermique* à cette partie, dont nous allons voir l'épaisseur devenir singulièrement considérable par les progrès du développement. Notons que dès cette époque les cellules les plus superficielles du bourrelet ectodermique sont aplaties, souvent dépourvues de noyau, et rappelant l'aspect des éléments les plus superficiels de la couche cornée de l'épiderme d'un sujet adulte. Parfois, comme le montre la figure 6, ce renflement ectodermique terminal est précédé de renflements irréguliers, au niveau desquels semblent se détacher de l'ectoderme diverses masses de cellules épidermiques ne présentant plus de noyaux distincts (fig. 6, en *a*, *a*).

En résumé :

1° L'aire vitelline est différemment constituée dans sa zone interne et dans sa zone externe; dans la première elle est formée par l'ectoderme et par l'entoderme; dans la seconde elle n'est formée que par l'ectoderme. Mais l'entoderme qui prend part à la formation de la première zone n'est pas composé de cellules différenciées, mais seulement d'une couche vitelline avec noyaux. Nous donnerons le nom d'*entoderme vitellin* (désigné par les lettres *in* (2) dans toute la série des figures) à cette partie de l'entoderme, pour rappeler et sa composition et ses rapports avec l'aire vitelline, et, par opposition, nous donnerons le nom d'*entoderme cellulaire* à l'autre partie de l'entoderme ou épithelium de la vésicule ombiliale ; nous ferons de plus remarquer que

l'entoderme vitellin existe déjà dans les régions externes de l'aire vasculaire, au voisinage du sinus terminal et du bourrelet mésodermique (fig. 4, B).

2° Chacun des trois feuillets du blastoderme se termine, indépendamment des autres, dans une région de l'aire vitelline: le feuillet moyen à l'origine de cette aire, par le bourrelet mésodermique; le feuillet interne dans la partie moyenne de cette aire, là où on cesse de trouver des noyaux dans la couche vitelline la plus superficielle; le feuillet externe à la limite externe de l'aire vitelline par le bourrelet ectodermique. Ce bourrelet, sur une sphère vitelline intacte, examinée en surface, à l'œil nu, se présente comme un bord irrégulier, dentelé, de couleur blanche circonscrivant une orifice plus ou moins large (voy. fig. 11, pl. 2), au niveau duquel la masse vitelline apparaît avec sa couleur jaune caractéristique, car elle est à nu, ou recouverte seulement par ce qui reste de membrane vitelline. Cet orifice est l'ombilic ombilical en voie de formation; dans ces premières périodes l'ombilic ombilical est donc circonscrit simplement par le bourrelet ectodermique terminal.

Tel est l'état du blastoderme étendu sur la sphère vitelline aux troisième et quatrième jour de l'incubation. Nous allons surtout nous attacher à rechercher comment se modifient ces dispositions par l'arrivée de la vésicule allantoïde et par son extension. Mais avant de poursuivre les détails d'évolution ultérieure de ces membranes, un mot rétrospectif sur leurs états antérieurs.

Au troisième jour nous assistons à l'extension des feuillets du blastoderme et non plus à leur formation; or, comme nous le démontrerons prochainement dans un mémoire pour lequel toutes les préparations sont actuellement entre nos mains et déjà étudiées, l'extension des feuillets blastodermiques se fait d'une manière toute différente que leur production première, et les différences à cet égard portent essentiellement sur les rapports qu'affectent entre eux les bords des feuillets.

Ainsi nous venons de voir qu'au troisième jour les trois feuillets se terminent indépendamment les uns des autres, au commencement, au milieu, ou à la limite externe de l'aire vitelline. Mais il n'en est pas ainsi lors de leur formation; car alors l'entoderme et l'ectoderme se continuent l'un avec l'autre par un

bord commun. Nous nous contentons pour le moment d'énoncer le fait, insistant sur ce que, si ces deux feuillets n'ont plus de connexions par leurs bords terminaux au troisième jour, cela n'est pas à dire que les choses aient toujours été ainsi antérieurement.

D'autre part nous avons vu que les parties les plus périphériques du feuillet interne sont formées par ce que nous avons appelé un entoderme vitellin, c'est-à-dire par une couche de substance vitelline avec nombreux noyaux. Mais quoique, dès le début, on trouve sous le germe segmenté une couche vitelline semée de noyaux, le feuillet interne en voie de formation n'a pas alors de connexions avec cette couche ; ce n'est que plus tard, en se séparant de l'ectoderme, qu'il s'unit à sa périphérie avec cette couche, qui devient l'entoderme vitellin, c'est-à-dire la zone d'accroissement et d'extension du feuillet interne. Quant à ces noyaux, qu'on peut appeler des noyaux libres, ajoutons qu'ils ne se produisent pas par genèse au sein de la couche vitelline qu'ils occupent, mais proviennent directement de la division des noyaux du germe lors de la segmentation.

Ces indications rétrospectives, quelque brèves qu'elles soient, suffiront pour bien montrer que ce que nous avons décrit avec détail se rapporte non à la formation des feuillets, mais à leur extension, extension qui se fait d'une manière toute spéciale, par une adaptation en rapport avec l'immense étendue de la surface de jaune que le blastoderme doit recouvrir dans l'œuf d'oiseau. Pour les œufs de petite dimension, jusques et y compris l'œuf de la grenouille, formation et extension du blastoderme ne sont qu'une seule et même chose; pour les œufs (jaunes) volumineux, comme ceux des oiseaux, des reptiles (et probablement des poissons cartilagineux), formation et extension des feuillets sont choses distinctes et très différentes. (Nous n'entrevoyons pas encore à quelle catégorie appartiennent à cet égard les œufs de poissons osseux.)

Ce que nous avons décrit d'après la figure 2 et ses annexes (fig. 3A, 4B, 5C et fig. 6) montre assez que pour le feuillet externe et le feuillet moyen, lesquels se terminent par un bord libre (renflements ectodermique et mésodermique) sans connexion avec la substance vitelline, l'extension en surface se fait par un accroissement interstitiel des feuillets, c'est-à-dire par une mul-

tiplication de leurs éléments cellulaires propres, tandis que pour le feuillet interne, l'accroissement se fait aux dépens du vitellus, c'est-à-dire par la multiplication des noyaux dans la couche vitelline superficielle, d'où extension de la limite externe de l'entoderme vitellin, à mesure que les parties internes de cet entoderme vitellin se transforment en entoderme celluleux.

IV

Nous avons étudié ailleurs (1) l'origine de la vésicule allantoïde; d'autre part son extension, sa saillie sur le côté droit de l'embryon, son développement dans le cœlome externe (la partie extra-embryonnaire de la cavité pleuro-péritoniale), entre le chorion et la partie correspondante de l'amnios, tout cela est parfaitement connu d'après les traités classiques, sans que nous ayons rien à y ajouter. Nous prendrons donc pour point de départ d'études nouvelles l'état que présente un œuf de poulet entre le cinquième et le sixième jour de l'incubation, état représenté par la figure 7 (pl. I).

Nous y remarquerons d'abord, pour faire suite aux détails donnés précédemment pour l'œuf au troisième jour, nous y remarquerons que l'albumine ou blanc d'œuf a été résorbée sur les côtés du jaune et se trouve alors accumulée en une masse qui n'occupe qu'environ le tiers inférieur de la cavité de l'œuf (coquille) du côté du petit bout. On voit, sur cette figure 7, que le contenu de la cavité de l'œuf (cavité circonscrite par la coquille) se trouve très nettement disposé en trois étages de haut en bas, l'étage supérieur étant représenté par le corps de l'embryon inclus dans l'amnios (au gros bout de l'œuf), l'étage moyen par la vésicule ombilicale, l'étage inférieur par la masse d'albumine (au petit bout de l'œuf). Sur les nombreux œufs de fauvette que nous avons durcis et coupés, cette disposition en trois étages s'est constamment présentée; elle est en rapport avec ce fait que, d'une part, l'embryon et l'amnios sont les parties les plus légères de ce contenu, celles qui se portent toujours en haut, l'albumine étant la masse la plus lourde, et que, d'autre part, sur tous les nids de fauvettes que nous avons cueillis en

(1) *Étude sur l'origine de l'allantoïde chez le poulet* (Extrait de la *Revue des sciences naturelles*, 1877). Paris, 1877, J.-B. Baillière.

place, nous avons toujours constaté que les œufs sont incubés dans une situation telle que leur gros bout est dirigé en haut, le petit bout en bas (1).

A la partie toute supérieure de l'étage supérieur, nous voyons la vésicule allantoïde (*all.*, fig. 7) arrivée entre l'amnios et le chorion. La préparation d'après laquelle a été dessinée la figure 7, était une coupe faite dans une direction telle que le pédicule de l'allantoïde n'était pas compris dans le plan de section.

Du reste, nous n'avons rien à dire de ce pédicule. Nous avons seulement à étudier les rapports intimes de l'allantoïde avec le chorion et avec l'amnios, parce que la nature de ces rapports nous permettra de mieux comprendre comment s'étend ultérieurement l'allantoïde. Pour l'étude de ces rapports et de ce mode d'extension, il nous suffira d'examiner à un fort grossissement les régions A et B de la figure 7.

La région A est représentée par la figure 8 (A). Les deux faits suivants sont ceux sur lesquels nous devons spécialement arrêter notre attention : 1° l'allantoïde est sans aucune espèce de connexions avec l'amnios ; en effet, le feuillet interne de l'allantoïde (*a i*), plus mince que l'externe (*a e*), présente une surface parfaitement libre, séparée de l'amnios (*m*, couche musculaire, *em*, couche épidermique de l'amnios) par un espace séreux dérivé de la cavité pleuro-péritoniale primitive ou cœlome externe ; ce feuillet interne de l'allantoïde est ici peu ou pas vasculaire ;

(1) Le grand axe de l'œuf n'est pas exactement vertical, mais un peu incliné, toujours très au-dessus de l'horizontale. Cette situation nous paraît résulter de la forme du nid, qui est un creux en segment de sphère, et de la forme et du nombre des œufs. Les œufs étaient toujours au nombre de cinq. Or, dans ces conditions, pour qu'ils soient tous placés côte à côte, puisqu'ils ont un gros bout et un petit bout, tous les petits bouts doivent correspondre à la partie la plus étroite, au fond du nid, c'est-à-dire être dirigés en bas, et tous les gros bouts à la partie la plus large, c'est-à-dire dirigés en haut. Dans nos appareils à incubation artificielle, nous obtiendrions peut-être plus de succès au point de vue de l'éclosion, si, au lieu de placer les œufs horizontalement, nous avions soin, au moins à partir du quatrième jour, de les disposer avec le grand bout en haut. On sait que les femelles, pendant l'incubation, remuent souvent leurs œufs, et ces mouvements, dans un nid étroit et creux, doivent aboutir nécessairement à les ranger en les tournant avec le gros bout en haut (ou en haut et un peu en dehors) et le petit bout en bas, puisque c'est cette disposition qui, géométriquement et par le fait même du glissement des œufs les uns contre les autres, arrive seule à faire tenir le plus grand nombre d'œufs dans le plus petit espace possible, en les exposant tous d'une manière semblable à la chaleur fournie par la mère ; c'est, en un mot, la position dans laquelle il y a le moins d'espace perdu.

2° l'allantoïde est au contraire unie de la manière la plus intime à la face interne du chorion. On voit en effet que, sur la partie gauche de la figure où le chorion n'est pas encore doublé par l'allantoïde, ce chorion se compose de deux couches bien distinctes, une couche épithéliale ectodermique (*e x*) et une couche mésodermique (*f c*), dépendance du feuillet fibro-cutané; tandis que là où existe l'allantoïde, les éléments de son feuillet externe (*a e*) se sont confondus avec ceux de la couche mésodermique ou fibro-cutanée du chorion, formant ensemble une épaisse membrane d'un tissu réticulé (cellules étoilées) riche en vaisseaux. Au point *a* on assiste pour ainsi dire à l'extension de l'allantoïde, et on voit que cette extension se fait précisément par fusion de son tissu mésodermique avec le tissu mésodermique du chorion.

Si nous passons à l'examen de la région B, représentée dans la figure 9 (B), nous voyons que sur ce point, sur ce côté de l'œuf, l'allantoïde, plus avancée dans son extension que du côté opposé, a déjà dépassé l'amnios et s'est insinuée entre la vésicule ombilicale et le chorion (voy fig. 7 en *B*); nous comprenons qu'en arrivant aux confins de l'étage supérieur avec l'étage moyen de l'œuf, l'allantoïde n'ait pas suivi l'amnios qui se réfléchit au-dessous de l'embryon, mais ait suivi uniquement le chorion, dans la région de la vésicule ombilicale, puisque c'est uniquement avec ce chorion que l'allantoïde est en connexion, en fusion de tissu. Aussi, en examinant la région B (fig. 9 B) à un grossissement convenable, nous n'avons, pour décrire les rapports observés, qu'à substituer le mot vésicule ombilicale au mot amnios dans la description précédemment donnée pour la région A. C'est-à-dire qu'ici le feuillet interne (*a i*) de l'allantoïde est absolument indépendant du feuillet fibro-intestinal (*f i*) de la vésicule ombilicale, tandis que le feuillet allantoïdien externe (*a e*) est fusionné, par son tissu mésodermique, avec la couche fibro-cutanée (*f c*) du chorion de cette région; et on voit (en *pp*) que l'allantoïde progresse dans le cœlome externe toujours de la même manière, c'est-à-dire en rampant sur la face pleuro-péritonéale de cette couche fibro-cutanée du chorion et en se fusionnant avec elle.

Il nous reste à décrire, pour cet œuf au cinquième ou sixième jour de l'incubation (fig. 7), les dispositions des membranes au

niveau de la ligne de séparation entre l'étage moyen et l'étage inférieur de l'œuf; cette ligne de séparation, qui correspond à l'hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale, est ici disposée à peu près horizontalement, parce que la masse vitelline contenue dans la vésicule ombilicale est devenue plus fluide, et que cette vésicule a perdu sa forme sphérique en s'affaissant pour former une masse discoïdale qui constitue l'étage moyen de l'œuf. On voit (fig. 7) que le feuillet externe ou ectoderme (*e x*) a progressé sur cette face inférieure, ne laissant plus le vitellus à nu (ombilic ombilical) que sur une faible étendue; quand on ouvre un œuf à cette époque, et qu'on soulève soigneusement la masse albumineuse accumulée dans son petit bout, ce qu'on fait avec le plus de succès en opérant dans l'eau, la région inférieure de la vésicule ombilicale présente l'aspect reproduit dans la figure 11 (pl. II), aspect que nous n'avons pas à décrire autrement qu'en renvoyant le lecteur à cette figure et à son explication. Mais, sur une coupe de l'œuf en totalité, on voit qu'il reste encore une partie de la membrane vitelline, appliquée contre l'orifice encore large de l'ombilic ombilical. Ce reste de la membrane vitelline forme une sorte de mince disque, plissé et ondulé, dont les bords, libres et flottants, se sont renversés vers le bas, et pendent au milieu de la masse albumineuse. Si, sur une coupe de cette région, on porte son attention vers les parties les plus péripheriques (vers la région C de la fig. 7), on arrive bientôt sur le bord terminal du mésoderme (bourrelet mésodermique) et dès lors on retrouve (fig. 10) les trois feuillets du blastoderme, savoir: le feuillet interne à l'état *d'entoderme vitellin*; puis le feuillet moyen, représenté par le bourrelet mésodermique (*m b*), bourrelet dont la partie interne est occupée par le sinus terminal; et enfin l'ectoderme, qui présente ici des végétations épidermiques (*v c*, *v c*, fig. 10) déjà assez saillantes, et dont les premiers débuts étaient déjà visibles sur la fig. 4.

V

Les transformations que nous allons avoir à étudier vont toutes se localiser vers l'étage inférieur de l'œuf; en effet l'allantoïde, en cheminant dans le cœlome, se rapproche peu à peu de la zone de séparation entre l'étage moyen et l'étage inférieur et enfin atteint cette zone à une époque variable, entre le cin-

quième et le huitième jour de l'incubation. (On trouve en effet, sous le rapport de l'état des membranes annexes, des œufs incubés depuis huit jours et qui ne sont pas plus avancés que ceux n'ayant encore que quatre à cinq jours d'incubation). Dès lors l'allantoïde, en continuant à s'étendre, cesse de s'insinuer dans la fente pleuro-péritonéale du cœlome externe, c'est-à-dire entre le feuillet fibro-cutané et le feuillet fibro-intestinal de la vésicule ombilicale; elle refoule au-devant d'elle le feuillet fibro-cutané, avec l'ectoderme qui le double extérieurement, c'est-à-dire qu'elle se revêt du chorion, pour, suivant la surface interne de la coquille (ou mieux de la membrane coquillère) (1), se diriger vers le petit bout de l'œuf en recouvrant la masse albumineuse qui forme à ce moment l'étage inférieur de l'œuf.

La figure 12 (pl. II) montre ces dispositions à leur début. Au niveau de la région B, c'est-à-dire sur l'une des parties latérales de la zone de séparation entre l'étage moyen et l'étage inférieur de l'œuf, on voit la marche sus-indiquée de l'allantoïde. En examinant à un grossissement convenable les diverses régions de l'allantoïde, on la voit, en haut, au niveau de l'amnios (fig. 13), toujours formée par un feuillet interne mince, peu vasculaire et appliqué contre l'amnios dont il est parfaitement distinct, et par un feuillet externe, plus épais, très vasculaire et confondu avec le chorion. Plus bas (fig. 14) on voit ces deux feuillets, se continuant l'un avec l'autre, c'est-à-dire formant ici le cul-de-sac terminal de l'allantoïde, quitter la fente pleuro-pértionéale (*pp*, fig. 14) pour repousser devant eux le chorion et se diriger en bas, au lieu de suivre le plan horizontal de la région inférieure de la vésicule ombilicale. Ces dispositions et leurs divers rapports sont assez nettement indiqués par la figure 14, pour que nous n'ayons à compléter l'explication de cette figure que par la remarque suivante, à savoir que, dans la partie de l'allantoïde qui va recouvrir l'albumine, les deux feuillets de cette vésicule sont très vasculaires, le feuillet interne aussi bien que l'externe, ce qui contraste avec le peu de vascularité du feuillet interne dans les autres régions de l'allantoïde (par exemple dans la fig. 13 et dans la partie supérieure de la

(1) Dans nos diverses figures on a négligé, pour ne pas compliquer les dessins, de représenter la membrane coquillière, non plus que la chambre à air, vers le bout supérieur ou gros bout de l'œuf.

fig. 14). Faisons encore remarquer qu'ici (partie inférieure de la fig. 14) le feuillet interne de l'allantoïde, en se revêtant du chorion qu'il repousse devant lui, adhère à la lame fibro-cutanée de ce chorion (*fe*) avec laquelle il se fusionne de sorte qu'en définitive il n'y a plus ici aucune différence de dispositions entre le feuillet interne et le feuillet externe de l'allantoïde.

Si de l'allantoïde nous passons à l'étude des autres parties de la région inférieure de la vésicule ombilicale, nous avons à examiner le ***bourrelet mésodermique*** et ***l'orifice de l'ombilic ombilical.***

Le bourrelet mésodermique (*bm*, fig. 14) présente maintenant une épaisseur qui justifie assez ce nom de bourrelet ; il forme en effet un puissant anneau, que la figure 14 montre en coupe, et qui résulte de la confluence des feuillets fibro-cutané et fibro-intestinal de la vésicule ombilicale. Comme dans les stades précédents, l'ectoderme correspondant à ce bourrelet (*vc*, fig. 14) se montre épaissi, formé de plusieurs couches de cellules, disposées de manière à figurer des villosités courtes et composées uniquement de cellules épidermiques (ectodermiques). — Nous avons dit précédemment qu'au début de nos recherches, sur les coupes incomplètes obtenues sur des œufs de poules, nous n'avions obtenu que des débris énigmatiques des formations accumulées au pôle inférieur de l'œuf ; la figure 16 représente une de ces préparations énigmatiques, qu'il nous a été ultérieurement si facile d'expliquer en les comparant avec ce que nous obtenions sur des coupes totales d'œuf de fauvette. On voit en effet que la préparation figure 16, empruntée à un œuf de poulet au onzième jour de l'incubation, n'est autre chose que la région du bourrelet mésodermique (*bm*) ; on voit que les parties sont disposées exactement comme pour l'œuf de fauvette, car, quoique l'allantoïde n'eût pas été conservée sur la préparation (comparer avec la figure 14), il est facile de reconnaître en *fc* le feuillet fibro-cutané repoussé en bas par l'allantoïde se portant à la surface de la masse d'albumine, et en *ex* (2) l'ectoderme qui double ce feuillet fibro-cutané ; cet ectoderme est ici épaissi, formé de plusieurs couches, et nous allons voir en effet qu'il donnera ultérieurement naissance à des saillies épithéliales, lesquelles deviendront ultérieurement de véritables villosités. On voit de plus sur cette préparation que le

bourrelet mésodermique renferme des vaisseaux ; ce bourrelet paraît en effet, du moins chez le poulet, se confondre avec le sinus terminal ; c'est une disposition sur laquelle nous n'avons pas à insister, d'une part parce que les coupes totales sur l'œuf de fauvette ne nous ont pas donné à cet égard des résultats bien précis, et d'autre part, parce que le sinus terminal devient de moins en moins accentué et délimité à mesure que la vascularisation s'étend vers le pôle inférieur de la vésicule ombilicale.

Si du bourrelet mésodermique nous nous dirigeons vers l'orifice de l'ombilic ombilical, nous voyons aussitôt (partie gauche de la fig. 16) que, en dedans du bourrelet mésodermique, la paroi de la vésicule ombilicale n'est plus formée que par une simple couche de cellules ectodermique ; nous nous trouvons ainsi sur l'*aire vitelline*, telle que nous la connaissons d'après les stades antérieurs du développement ; ainsi la partie gauche de la figure 16 nous donne en coupe l'état des parties externes d'une aire vitelline analogue à celle de la figure 11 (en *a v*) ; souvent nous avons pu détacher avec la pince et le ciseau un fragment de cette aire vitelline sur une vésicule ombilicale analogue à celle de la figure 11 ; ce fragment, examiné au microscope avec sa face externe tournée en haut, nous montrait deux couches différentes : la première, la plus superficielle, était formée de grosses cellules épithéliales (ectodermiques) plutôt ovales que rondes, telles que celles représentées dans la figure 17 ; la couche sous-jacente, qu'on apercevait en abaissant légèrement l'objectif du microscope, était formée de matière vitelline demeurée adhérente à la couche précédente, et tantôt renfermant des noyaux libres, tantôt n'en renfermant pas, selon que ce fragment appartenait à la zone interne où à la zone externe de l'aire vitelline, c'est-à-dire aux régions ou l'ectoderme de l'aire vitelline recouvre ou bien l'entoderme vitellin ou bien la substance vitelline pure et simple.

En suivant l'ectoderme de l'aire vitelline vers l'orifice de l'ombilic ombilical, nous arrivons enfin sur les bords mêmes de cet orifice ; la figure 15 en donne une coupe d'ensemble ; nous y voyons que le bord libre de l'ectoderme, ou *bourrelet ectodermique*, est fortement épaissi (*r e*, fig. 15) ; il est constitué par une masse de cellules ectodermiques, dont la plupart ont perdu leurs noyaux et rappellent les cellules cornées de l'épiderme de

l'adulte. L'anneau ainsi formé montre, sur la coupe, une tendance à se renverser en bas et en dehors, comme des lèvres qui font la moue; sa surface est irrégulière, verruqueuse : elle est en contact avec les restes de la membrane vitelline, et les rugosités du bourrelet ectodermique s'engrènent avec les plis de la partie correspondante de la membrane vitelline. De cette disposition, dont la figure 15 rend mieux compte que toute description, il résulte que ce qui reste encore de la membrane vitelline est appliqué sur l'orifice de l'ombilic ombilical, comme un couvercle sur l'orifice d'un vase, formant un disque membraniforme plissé dans tous les sens : la partie centrale de ce disque est en rapport en haut avec le vitellus, en bas avec l'albumine; ses parties périphériques adhèrent aux bords de l'ombilic ombilical grâce à l'espèce d'engrenage sus-indiqué entre la membrane vitelline et les saillies verruqueuses du bourrelet ectodermique; enfin les parties les plus périphériques de ce disque pendent librement au milieu de la masse albumineuse.

VI

Les descriptions précédentes montrent que nous allons avoir à suivre, dans l'étage inférieur de l'œuf, deux formations qui demeurent jusqu'à un certain point indépendantes, à savoir d'une part l'évolution du sac allantoïdien qui enveloppe l'albumine (sac placentoïde), et d'autre part l'occlusion de l'ombilic ombilical. Nous nous occuperons tout d'abord de cette dernière région.

Comme nous l'avons vu sur les œufs du 10e au 11e jour de l'incubation (fig. 12 et 15), l'orifice de l'ombilic ombilical est immédiatement circonscrit par le bourrelet ectodermique, et on pourrait supposer *à priori* que l'occlusion va se produire par un rétrecissement de l'anneau formé par ce bourrelet, c'est-à-dire par un affrontement et une soudure de l'éctoderme. Il n'en est rien cependant. Le fait que le bourrelet ectodermique est à ce moment formé de cellules analogues à celles des couches cornées de l'épiderme, peut dejà faire prévoir que ce bourrelet ne va pas jouer un rôle actif pour l'occlusion de l'orifice, et qu'il constitue pour ainsi dire un corps étranger à ce niveau; et on est confirmé dans cette idée en considérant que, déjà sur la figure 15, ce bourrelet se renverse en bas et en dehors, de

sorte que son bord libre s'éloigne plutôt qu'il ne se rapproche du centre de l'ombilic ombilical. Mais nous savons aussi que, plus en dehors (fig. 12, 14, 16), l'orifice en question est circonscrit, d'une manière indirecte, par le bourrelet mésodermique, qui lui aussi forme un anneau. Or c'est cet anneau qui va se rétrécir graduellement, à mesure qu'il s'épaissira lui-même. Il renversera de plus en plus en bas et en dehors le bourrelet ectodermique et tout ce qui le sépare de lui, de sorte qu'en définitive c'est le bourrelet mésodermique qui arrivera à fermer l'ombilic ombilical et à en constituer la cicatrice. Pour faire comprendre ce mécanisme, reprenons la comparaison déjà indiquée lorsque nous disions que l'anneau du bourrelet ectodermique se renverse en bas et en dehors comme des lèvres qui font la moue ; or nous avons deux manières de fermer l'orifice buccal : soit, d'une part en rapprochant exactement les lèvres par leur bord libre, comme dons l'action dite de pincer les lèvres, soit d'autre part, en projetant ce bord libre en avant et en contractant les fibres les plus excentriques du sphincter buccal, de manière à rapprocher et à mettre en contact les lèvres par leurs bases (faire la moue). Ce serait à l'action de pincer les lèvres que serait comparable, le mode d'occlusion de l'ombilic ombilical s'il avait lieu par affrontement des bords du bourrelet ectodermique, ce qui n'a pas lieu ; mais c'est bien à l'action de faire la moue qu'est comparable cette occlusion, qui a lieu par le fait que le bourrelet mésodermique se resserre comme le ferait un sphincter, et, renversant en bas et en dehors le bourrelet ectodermique et tout ce qui reste de l'aire vitelline, amène un affrontement des parties par rapprochement de la base de cette aire vitelline, en appelant ici base de l'aire vitelline ce qui était antérieurement la zone interne de cette aire, c'est-à-dire la région qui confine au bourrelet mésodermique (les expressions de zone interne et zone externe de l'aire vitelline, parfaitement justifiées quand cette aire n'a que peu ou pas dépassé l'équateur de l'œuf, ne sont plus justes et prêteraient à confusion lorsque cette aire s'étend sur l'hémisphère inférieur du globe vitellin).

Ce que nous venons d'indiquer, tout d'abord d'une manière théorique, n'est qu'une partie des dispositions singulières qu'on observe au niveau de l'ombilic ombilical. Nous avons en effet à indiquer encore, toujours d'une manière théorique, ce qu'il

advient des restes de la membrane vitelline. Nous avons vu que ces restes (fig. 15) formaient un mince disque plissé, appliqué sur le large orifice de l'ombilic ombilical et fixé, par sa périphérie, sur les lèvres de cet orifice, sur le bourrelet ectodermique. Il en résulte que, lorsque ces lèvres se renversent et forment la moue, la membrane vitelline conservant les rapports sus-indiqués, c'est-à-dire demeurant appliquée sur l'orifice ou canal conique circonscrit alors par ces lèvres, transforme ce canal en une véritable cavité, en un sac, auquel, vu ses rapports, on peut donner le nom de *sac de l'ombilic ombilical*, puisqu'il est appendu à l'ombilic ombilical en voie d'occlusion. A mesure qu'il se forme, ce sac reçoit un contenu, qui n'est autre chose qu'une certaine quantité de la masse vitelline (grosses sphères du vitellus jaune), dont une partie vient faire hernie par l'orifice de l'ombilic ombilical et remplir le sac en question.

Ce sont là des dispositions, qui vues d'une manière incomplète sur les œufs de poulet si difficiles à durcir et à couper en totalité, nous avaient paru alors singulièrement énigmatiques, d'autant que parfois, dans ces conditions insuffisantes d'études, on peut être amené à confondre le *sac de l'ombilic ombilical* avec le *sac placentoïde* dont nous parlerons dans un instant. Mais sur des coupes en totalité de l'œuf de fauvette toute confusion devient impossible, et il est alors facile de donner leur véritable interprétation aux lambeaux de préparations obtenues avec l'œuf volumineux du poulet. Quiconque est familier avec les recherches de morphologie, comprendra combien fut grande notre satisfaction, dès le moment où il nous devint possible de comprendre enfin la signification de parties qui, examinées à l'œil nu (fig. 20), nous paraissaient inexplicables, et qui, par la difficulté de l'étude microscopique faite uniquement sur de gros œufs, semblaient se dérober encore plus à toute interprétation. Aussi avons-nous multiplié les préparations sur des œufs de rossignol et de fauvette à tous les âges, de manière à avoir une série de coupes ne laissant entre elles aucune lacune pour suivre la formation de ce *sac de l'ombilic ombilical*. Nous n'avons pu donner le dessin que de quelques-unes de ces préparations, et c'est en décrivant ces figures que nous allons fournir la démonstration des faits ci-dessus indiqués d'une manière théorique.

La figure 18 (pl. III) montre les dispositions générales des

parties composant l'étage inférieur dans un œuf de fauvette qui correspondait, comme développement de l'embryon, à un poulet au 14e jour de l'incubation. On voit que l'ombilic ombilical est loin d'être fermé à cette époque, mais que le bourrelet mésodermique. puissamment épaissi, s'est déjà resserré en un anneau (*bm*). Dans la figure 19, nous voyons ce même bourrelet (*bm*) à un faible grossissement, et, dans la figure 22, nous en voyons les éléments à un grossissement de 200 diamètres; il se montre alors formé de corps fibro-plastiques, c'est-à-dire de cellules conjonctives fusiformes, groupées en faisceaux dirigés dans divers sens; on dirait avoir sous les yeux la coupe d'une bride de tissu conjonctif cicatriciel, et en effet c'est à la retraction d'un tissu cicatriciel en voie de formation qu'on peut comparer le mécanisme par lequel l'anneau du bourrelet mésodermique se resserre, et, comme un sphincter fibreux, vient fermer l'ombilic ombilical. Si nous revenons à la figure 18, nous y voyons le bourrelet ectodermique (*re*) renversé en bas et en dehors (au milieu de la masse albumineuse) avec les restes de l'aire vitelline, très réduite; il n'y a même presque plus à parler d'aire vitelline, puisque cette région du blastoderme, correspondant à ce qui n'est formé que par le feuillet externe ou ectoderme, a été presque toute entière envahie par le renflement ectodermique, et n'est plus représentée que par la base du bourrelet ectordermique; quant aux bords libres et verruqueux de ce bourrelet, la figure 18, comme la figure 19, nous les montre en rapport avec la membrane vitelline, et la figure 19 en particulier fait voir l'ensemble du sac de la vésicule ombilicale, sac formé sur les côtés par le bourrelet ectodermique, en bas par la membrane vitelline, et ouvert encore en haut (ombilic ombilical) de manière à recevoir une certaine quantité de substance vitelline qui le remplit.

Quand, sur un œuf de poulet, vers le quinzième jour de l'incubation, on examine, à travers la masse albumineuse de l'étage inférieur de l'œuf, la région de l'ombilic ombilical, elle se présente comme le montre la figure 20; c'est-à-dire qu'on voit cet ombilic circonscrit par un anneau blanchâtre, c'est le bourrelet mésodermique; et, de l'orifice ainsi formé, on voit faire hernie une sorte de sac, irrégulier, plissé, se déformant facilement, se déchirant dès qu'on veut le dépouiller de l'albumine épaisse

qui adhère à sa surface, et dans lequel on aperçoit par transparence un contenu jaunâtre. C'est bien là le sac de l'ombilic ombilical, et ce qu'on en voit à l'œil nu, correspond bien à ce qu'on constate, sur des coupes, avec des grossissements de force moyenne. Mais il s'en faut de beaucoup que les choses soient toujours aussi nettes, aussi simples, à l'œil nu : comme les différentes formations que nous étudions marchent d'un pas inégal, souvent le sac placentaire, que nous examinerons dans un instant, est déjà très avancé dans son évolution, l'albumine est en grande partie résorbée, tandisque le sac de l'ombili combilical est à l'état représenté par les figures 18, 19 et 20, c'est-à-dire n'est pas encore entré en voie de résorption. Alors ce sac est presque immédiatement recouvert par les parois de l'allantoïde formant le sac placentaire, parois très riches en vaisseaux, et par suite peu transparentes ; de plus la faible masse d'albumine qui reste alors dans le sac placentaire a pris elle-même une teinte jaunâtre pâle ou ambrée, de sorte qu'il est difficile de bien reconnaître par transparence le sac de l'ombilic ombilical et son contenu, et si alors on veut procéder à une étude par dissection, même sous l'eau, on se heurte aux plus grandes difficultés, car d'une part les membranes à isoler sont minces et fragiles, et d'autre part l'albumine interposée entre elles est épaisse et cohérente, de sorte que tout se déchire sans qu'on puisse arriver à reconnaître les véritables connexions des parties. Sans les coupes en totalité sur des œufs de petite dimension, il eût fallu renoncer à débrouiller le chaos qu'offrent parfois ces parties sur l'œuf du poulet.

La figure 21 nous montre le bourrelet mésodermique en train de resserrer de plus en plus l'ombilic ombilical : le bourrelet ectodermique est de plus en plus renversé en dehors ; mais ses rapports sont restés les mêmes avec la membrane vitelline.

Nous n'avons pu multiplier assez les figures pour montrer tous les degrés intermédiaires de l'occlusion de l'ombilic ombilical par le bourrelet mésodermique, occlusion du reste assez facile à comprendre pour qu'il suffise de mettre sous les yeux du lecteur l'état achevé de cette occlusion, tel que le représente la figure 28 (pl. IV). Ici tout orifice a disparu ; le bourrelet mésodermique forme une masse d'apparence homogène, sous la forme d'un cordon fibreux court et épais (*a m s*) ; la cavité

pleuro-péritonéale se prolonge jusque sur les côtés de cette masse, ce qui est facile à comprendre, puisque le bourrelet mésodermique correspond à la fusion du feuillet fibro-cutané et du feuillet fibro-intestinal de la vésicule ombilicale. En haut cette masse ou *cordon fibreux de l'ombilic ombilical* est recouverte par l'entoderme de la vésicule ombilicale, c'est-à-dire qu'on trouve ici, comme sur tout le reste de la face interne de cette vésicule, ces longues villosités lamelliformes, vasculaires et recouvertes de ces grandes cellules coniques étudiées précédemment à propos de l'entoderme celluleux. En bas, le cordon fibreux de l'ombilic ombilical ne présente plus que des traces méconnaissables du sac précédemment formé par les lèvres du bourrelet ectodermique et par la membrane vitelline; c'est qu'en effet, pendant les phases de transformation que nous venons de passer en revue, en nous appliquant à étudier seulement l'ombilic ombilical, pendant ces phases un autre organe, le sac placentoïde, s'est développé; sa surface intérieure s'est couverte de villosités ectodermiques; puis ces villosités, après avoir servi à l'absorption de l'albumine, sont entrées en voie de régression et ont rempli le sac placentoïde de leurs débris épidermiques; c'est avec cette couche de débris, de même nature, de même origine blastodermique que lui, que se trouve confondu le bourrelet ectodermique ou sac de l'ombilic ombilical, et c'est à peine si, dans l'arrangement des parties, on retrouve (fig. 28) quelque chose qui rappelle l'existence antérieure de ce sac. Toutes ces parties tendent à être résorbées, au moins en partie, au même titre que tout ce qui est contenu dans le sac placentoïde: l'histoire du sac de l'ombilic ombilical se confond donc dès maintenant avec celle du sac du placentoïde.

On pourrait se demander si le mécanisme ci-dessus étudié de l'occlusion de l'ombilic ombilical, et l'existence du sac en question sont autre chose qu'une bizarrerie du développement des annexes des oiseaux, et si ces parties méritaient que l'étude en fût faite avec le soin minutieux que nous avons essayé d'y apporter. Pour ce qui est de l'occlusion de l'ombilic ombilical, la réponse n'est pas douteuse, puisque les faits sus-indiqués nous montrent qu'il faut renoncer à voir dans l'orifice de l'ombilic ombilical des oiseaux quelque chose d'analogue à l'anus de Rusconi des batraciens. Il faut donc chercher ailleurs cet analogue,

et, dans un travail antérieur, nous avons montré qu'on le trouve dans la ligne primitive (*Société de Biologie*, 8 *et* 15 *mai* 1880). Quant au sac de l'ombilic ombilical, s'il paraît n'être qu'une formation accidentelle propre à l'œuf d'oiseau, il ne faudrait pas se hâter de porter un jugement sur son manque d'importance dans la morphologie générale des annexes, car, en embryologie, ce sont souvent les parties les plus insignifiantes en apparence, qui, par comparaison avec d'autres parties chez d'autres classes animales, donnent lieu aux rapprochements les plus importants et les plus philosophiques, à mesure que toutes ces parties sont mieux connues. Ainsi nous allons voir que le sac placentoïde des oiseaux semble aussi au premier abord une formation sans analogue, en rapport avec l'absorption de l'albumine de l'œuf des ovipares, et que cependant cet organe n'est autre chose que le premier rudiment du véritable placenta par lequel les embryons des vivipares supérieurs se greffent sur le terrain maternel.

VII

Nous avons laissé (page 219 ; fig. 12 et 14) l'allantoïde au moment où cette vésicule, au lieu de s'étendre dans la cloison qui sépare l'étage moyen d'avec l'étage inférieur de l'œuf, se porte sur les parties latérales de ce dernier étage, c'est-à-dire va envelopper la masse albumineuse. Nous avons vu qu'en abandonnant ainsi la vésicule ombilicale, l'allantoïde repoussait devant elle le chorion, c'est-à-dire l'ensemble des feuillets ectodermique et fibro-cutané, et s'en revêtait.

La fig. 18 (pl. III) nous montre un stade plus avancé de cette marche de l'allantoïde vers le petit bout de l'œuf, que les extrémités (*a a*) du sac allantoïdien ne sont pas éloignées d'atteindre. Dans la figure 21 elles y sont arrivées (en B) et à ce niveau se produit l'addossement des deux sacs allantoïdiens. Notons que nous n'employons cette expression de deux sacs (ou culs-de-sac) allantoïdiens que parce qu'elle répond bien à ce qui se présente sur les coupes, mais qu'en réalité, cela va sans dire, non seulement il n'y a qu'un sac allantoïdien, mais encore qu'un seul cul-de-sac circulaire au niveau du petit bout de l'œuf; la section de l'œuf montre deux moitiés opposées et en apparence distinctes de ce cul-de-sac circulaire (fig. 21, en B); ici il y a comme un véri-

table ombilic allantoïdien, qui, sur la coupe, se montre formé par l'addossement des parties terminales de l'allantoïde. La figure 23 nous montre les détails de cet addossement, d'où résulte, en *xx*, la présence d'une sorte de cloison très étroite (elle n'existe que sur les quelques coupes qui passent exactement par l'ombilic allantoïdien), mais que nous verrons s'étendre, parce que l'allantoïde continue encore un peu à croître alors même que ses deux moitiés latérales se sont rejointes au niveau du petit bout de l'œuf; cette *cloison interallantoïdienne* (*xx*, fig. 23 et 28; *s*, *s*, fig. 31 et 32) s'incline alors et devient horizontale d'une manière plus ou moins irrégulière, par le fait du froncement de l'ombilic allantoïdien et du chevauchement de ses lèvres l'une sur l'autre.

Dans le stade représenté par la figure 21, l'albumine, accumulée uniquement au petit bout de l'œuf, se trouve enfermée dans un sac complet : celui-ci est formé en haut (en A, fig. 21) par la face inférieure de la vésicule ombilicale, sur les côtés et en bas par l'allantoïde qui a abandonné la vésicule ombilicale; partout la paroi interne de ce sac est tapissée par l'ectoderme, aussi bien dans la région supérieure ou ombilicale, cela va sans dire, que dans les régions latérales et inférieures, puisqu'ici nous savons que l'allantoïde n'a marché qu'en se revêtant du chorion (feuillet fibro-cutané et feuillet ectodermique). Or aussitôt que ce sac, enveloppant l'albumine, s'est fermé, et même un peu avant, on voit cet ectoderme de sa face interne prendre un développement particulier, qui donne bientôt naissance à des végétations papillaires puis à de véritables villosités. Ces villosités apparaissent tout d'abord à la région supérieure, là où l'ectoderme répond au bourrelet mésodermique, et nous avons déjà en effet, à plusieurs reprises (ci-dessus p. 210 et 219), signalé la tendance que présente cette région de l'ectoderme à s'épaissir et se couvrir de végétations épidermiques, et cela dès les premières phases du développement (voy. fig. 4, 10, 14); puis ces villosités apparaissent graduellement sur le reste de la région ombilicale du sac de l'albumine, et enfin sur les régions allantoïdiennes de ce sac. La figure 24 (qui représente la région A de la fig. 21) nous montre ces saillies ectodermiques à leur début; elles sont courtes alors, et paraissent formées uniquement de cellules épidermiques (ou ectodermiques); mais bientôt

on y aperçoit une sorte de mandrin central, formé par des prolongements du feuillet fibro-cutané sous-jacent, c'est-à-dire que dès ce moment ces végétations présentent un corps formé de tissu conjonctif, et un épais revêtement épithélial; dès lors elles méritent bien le nom de villosités. Leur corps est vasculaire, au moins dans la partie allantoïdienne du sac de l'albumine, mais les vaisseaux paraissent réduits à de fins capillaires, généralement peu visibles, d'autant que nous n'avons pu les étudier que sur des pièces non injectées.

Qu'il nous soit permis, dès maintenant, de donner à ce sac de l'albumine le nom, déjà signalé, de *sac placentoïde* ou *placenta*. Qu'est-ce en effet qu'un placenta? Un organe formé essentiellement par des villosités choriales que double l'allantoïde : et c'est ce que nous avons précisément ici. Il est vrai qu'ici une partie de la surface villeuse est formée par la suface externe de la vésicule ombilicale, non doublée par l'allantoïde; mais ne savons-nous pas que chez quelques poissons cartilagineux, ovo-vivipares, l'embryon se greffe sur le terrain maternel à l'aide de villosités nées sur une certaine étendue de la surface externe de la vésicule ombilicale, de manière à former une sorte de rudiment de placenta ombilical? Nous aurions donc chez les oiseaux un placenta mi-partie ombilical et mi-partie allantoïdien, c'est-à-dire une forme intermédiaire entre toutes les dispositions que peut présenter cet organe annexe de l'embryon. Il est vrai que le placenta, dont nous venons de voir le développement chez l'oiseau, forme un sac clos, et que c'est à la surface interne de ce sac clos que se produisent les villosités. Mais on voit de suite que cette disposition n'est que le fait d'une adaptation particulière à des circonstances spéciales: l'embryon et l'albumine fournie par la mère sont placés dans une même enveloppe calcaire, la coquille; c'est pourquoi l'allantoïde se moule sur la face interne de la coquille et arrive à former lui-même une enveloppe où sont inclus à la fois et l'embryon et l'albumine dont il doit se nourrir. Ceci nous amène à nous demander ce qu'est le placenta au point de vue physiologique? Un organe d'échanges respiratoires et d'absorption de principes nutritifs: la fonction respiratoire, on sait depuis longtemps qu'elle est occomplie par toute la surface externe de l'allantoïde; quant à la fonction d'absorption nutritive, nous allons la voir précisé-

ment se faire par la surface interne du sac placentoïde, dont il nous reste à étudier les villosités et leur rôle dans l'absorption de l'albumine. Mais faisons encore remarquer qu'au niveau du sac placentoïde les deux fonctions placentaires se trouvent, sur les parois mêmes de ce sac, localisées dans deux régions différentes, la fonction respiratoire ayant lieu à la surface extérieure, par le feuillet externe de l'allantoïde, la fonction nutritive au contraire à la surface intérieure, par le feuillet interne de l'allantoïde.

Les villosités du sac placentaire, telles qu'on les observe sur des œufs un peu plus avancés que celui représenté dans la figure 21, ces villosités présentent un aspect assez différent, d'une part dans la région ombilicale (*a*. fig. 21) du sac placentaire, d'autre part dans sa région purement allantoïdienne.

Dans la région ombilicale, ces villosités sont à peu près aussi larges que longues; leur partie axiale ou corps de la villosité est extrêmement mince, peu vasculaire ; leur revêtement épithélial est formé de cellules épidermiques semblables à celles des couches profondes de la peau d'un animal adulte. Ceci fait déjà prévoir que ces villosités ne doivent que peu ou pas servir à l'absorption ; on le comprendra encore mieux quand nous aurons dit combien sont différentes les cellules des villosités des autres régions. Du reste la région ombilicale du sac placentoïde tend à s'atrophier rapidement avec les progrès du développement et à prendre une part de moins en moins considérable à la constitution de ce sac ; en effet, à mesure que le bourrelet mésodermique s'épaissit, comme il a été dit précédemment, pour fermer l'ombilic ombilical, il semble attirer à lui et incorporer à sa masse le feuillet fibro-cutané qui faisait primitivement partie de la région ombilicale du sac placentoïde ; c'est ce qu'on voit en comparant les figures 21 et 28 ; et enfin, sur la figure 31, on voit nettement que cette transformation est accomplie, c'est-à-dire que le feuillet fibro-cutané de la région ombilicale du placenta est devenue partie intégrante de ce que nous avons précédemment appelé *cordon fibreux de l'ombilic ombilical*.

Les villosités des autres régions du sac placentoïde sont remarquables par leur forme mince et allongée en doigt de gant : leur partie centrale, de nature conjonctive, est bien développée, se prolongeant jusque vers l'extrémité libre de la villosité

(fig. 26); elle est riche en fins capillaires. Leur revêtement, formé de cellules ectodermiques qui ont pris une forme sphérique ou polyédrique par compression réciproque. En examinant ces cellules à un fort grossissement, on voit que, outre leur noyau repoussé vers un point de la périphérie, elles renferment une ou deux boules, plus ou moins sphériques, d'une substance finement granuleuse qui se colore par le carmin (fig. 27). A cet état ces cellules rappellent assez l'aspect de cellules glandulaires gorgées du produit propre de la sécrétion et prêtes à laisser échapper ce produit. Evidemment il ne peut s'agir ici de sécrétion, mais bien du phénomène inverse, c'est-à-dire que ces cellules sont gorgées d'un produit dérivé de l'albumine qu'elles viennent d'absorber, et qui va, ainsi modifiée, être transmise aux vaisseaux sous-jacents. Et en effet le développement de ces villosités et de leurs cellules épithéliales marche progressivement avec la diminution de la masse d'albumine contenue dans le sac placentoïde.

Le sac placentoïde diminue donc de volume et s'atrophie graduellement à mesure qu'il accomplit sa fonction de présider à l'absorption de la masse albumineuse; laissant de côté toute une série de stades intermédiaires, nous le voyons, sur la figure 28, dans un état tel qu'une faible partie de sa cavité (le centre seulement) est encore occupée par de l'albumine, tout le reste étant rempli par la masse des villosités, longues, épaisses, étroitement serrées les unes contre les autres. Et cependant en ce moment les parties constituantes de l'allantoïde sont encore parfaitement distinctes, savoir (fig. 28) le feuillet externe (*ae*) de cette vésicule, et son feuillet interne (*ai*), séparés l'un de l'autre par la cavité (*all*) de l'allantoïde. Sur la coupe, entre la partie droite et la partie gauche de la cavité, est interposée la *cloison interallantoïdienne* (*xx*) précédemment décrite.

En étudiant la composition histologique de ces parties allantoïdiennes, on constate que le feuillet fibro-cutané du chorion (*fc*, fig. 29) s'est complètement soudé avec le feuillet interne de l'allantoïde (*ai*); mais la distinction des deux feuillets est encore facile, car les corps fibro-plastiques du feuillet chorial y sont disposés régulièrement dans une direction parallèle à la surface de la membrane qu'ils forment, tandis que dans le feuillet interne de l'allantoïde (comme du reste dans son feuillet externe) ces corps

sont disposés un peu dans tous les sens, mais en somme dans des directions plutôt perpendiculaires à la surface des membranes à la constitution desquelles ils prennent part. Les deux feuillets de l'allantoïde se présentent alors en effet sous la forme de membranes épaissies, dont l'aspect et la composition rappellent la gélatine de Warthon, car elles sont constituées par une abondante substance amorphe et transparente renfermant de nombreuse cellules conjonctives étoilées (fig. 29 et 30). De plus ces membranes sont irrégulièrement épaisses, présentant de places en places des saillies qui tendent à envahir la cavité allantoïdienne et à la faire disparaître. Et en effet, avec les progrès du développement, ces saillies ou épaississements locaux deviennent de plus en plus nombreuses ; celles du feuillet externe rencontrent celles du feuillet interne, s'y soudent, jettent ainsi autant de ponts de substance conjonctive à travers la cavité de l'allantoïde, et finalement amènent la dispartion plus ou moins complète de cette cavité par un processus semblable à celui qui fait disparaître la cavité d'une séreuse dans les régions ou s'établissent des adhérences entre le feuillet pariétal et le feuillet viscéral de la séreuse.

C'est ce que montre, à divers stades selon les régions, la figure 31. — Sur les parties supéro-latérales du sac placentoïde (au-dessous de la cavité pleuro-péritanéale, *pp*), on voit les deux feuillets de l'allantoïde en voie de soudure ; ici la soudure n'est jamais qu'incomplète, ou du moins on trouve toujours des restes de la cavité de l'allantoïde, restes reconnaissables à ce qu'ils sont remplis d'un résidu épaissi, provenant du contenu primitivement liquide de la vésicule. Quand on se rappelle la nature de ce liquide, d'après les études faites sur les mammifères, on n'est pas étonné de trouver dans le résidu épaissi en question diverses formations cristallines représentant des urates ou de l'acide urique. — Au contraire, en bas, au-dessous du sac placentoïde, la fusion des parties qui circonscrivent la cavité de l'allantoïde est complète : feuillet interne, feuillet externe et cloison inter-allantoïdienne, tout cela ne forme plus qu'une seule membrane. Cependant, en examinant cette membrane à un grossissement convenable, on reconnaît encore chacune des parties qui la constituent, car la zone moyenne, formée par la cloison inter-allantoïdienne (*x*, *x*, fig. 28), se distingue par la

direction parallèle de ses corps fibro-plastiques d'avec les deux couches adjacentes représentant les feuillets interne et externe de l'allantoïde (*s*, *s*, fig. 31 et 32). Cependant dans ces derniers feuillets les cellules conjonctives sont déjà séparées par moins de substance amorphe. C'est que l'allantoïde commence à s'atrophier, à se dessécher pour ainsi dire (comparez fig. 30 et 32). Nous sommes à un moment voisin de l'éclosion : la circulation va se retirer de l'allantoïde, le poulet commençant déjà à respirer dans la chambre à air, et l'allantoïde va se coller, comme une membrane sèche et inerte, à la face interne de la coquille, en même temps que la vésicule ombilicale rentrera dans la cavité abdominale du petit oiseau.

Nous n'avons pas fixé notre attention sur les détails de cette séparation entre les annexes qui restent avec l'embryon et celles qui demeurent dans la coquille abandonnée par lui; c'est une étude que nous nous proposons de reprendre. Cependant la coupe représentée par la figure 33, et appartenant à une fauvette tout prêt d'éclore, fait déjà entrevoir assez nettement quel en doit être le mécanisme probable. Le sac placentoïde, réduit à une petite masse aplatie, fait corps avec le reste de l'allantoïde tapissant la face interne de la coquille et doit semblablement demeurer dans la coquille, la séparation se faisant au niveau du *cordon de l'ombilic ombilical* (*a m s*, fig. 33) ; on voit déjà en effet un agrandissement de l'espace situé entre la vésicule ombilicale proprement dite et l'allantoïde, espace qui n'est autre chose que la cavité pleuro-péritonéale, et il n'y a plus que le cordon de l'ombilic ombilical qui établisse un reste d'union entre ces parties.

Mais nous avons à revenir sur les villosités du sac placentoïde, dont nous avons laissé l'histoire au moment où (pl. III, fig. 26 et 27) elles sont longues et minces, revêtues de plusieurs couches de cellules sphériques pleines d'une masse albumineuse. Cette disposition persiste en s'exagérant dans les stades ultérieurs du développement, c'est-à-dire que ces villosités deviennent de plus en plus volumineuses et se pressent les unes contre les autres, à mesure que diminue la masse d'albumine contenue dans le sac placentoïde. C'est ce que montre la figure 28, où la cavité de ce sac, déjà revenu sur lui-même, est presque entièrement remplie par les villosités en question. A un gros-

sissement convenable (fig. 29) on voit que les cellules épithéliales de ces villosités sont encore globuleuses et remplies d'un contenu albumineux; cependant elles commencent déjà à s'affaisser un peu sur elles-mêmes. Sur la figure 31 on voit que ces villosités forment à peu près à elles seules le contenu du sac placentoïde, déjà très atrophié; mais alors ces villosités sont comme flétries; on ne voit plus bien les lignes de séparation entre les villosités voisines dont l'ensemble se confond en une masse de cellules tassées les unes contre les autres. L'examen à un fort grossissement montre que les cellules épithéliales ont perdu de leur contenu, se sont affaissées et ne représentent plus pour ainsi dire que des cadavres de cellules vides et informes. Les fonctions du placenta sont dès lors terminées, et cet organe est complètement en voie de regression.

Dans le placenta complètement atrophié, tel qu'on le trouve dans l'œuf que représente la figure 33, on ne trouve plus qu'un magma informe de débris de cellules épithéliales, magma qui ne se colore plus par le carmin. A ce moment, nous l'avons dit, le placenta, réduit à une petite masse aplatie, fait corps avec le reste de l'allantoïde tapissant la face interne de la coquille. Il est alors assez difficile, en allant sur les parties latérales de la coupe de ce disque placentaire atrophié et plein, de distinguer l'endroit où cessent les restes de sa cavité et où commencent les restes de celle de l'allantoïde (comparez fig. 33 avec les fig. 28 et 31); mais on remarque toujours un moment où, aux débris de cellules épithéliales succèdent des formes cristallines, représentées par de fines aiguilles groupées sur des masses de substance amorphe, comme le montre la figure 35. Dès lors, on a sous les yeux des parties appartenant non plus au placenta, mais à l'allantoïde proprement dite, puisque ces formations ne sont autre chose que des cristaux d'urates ou d'acide urique, remplissant, comme nous l'avons dit précédemment, les restes de la cavité primitive de l'allantoïde.

Puisque nous en sommes à parler de ces dépôts cristallins, qu'il nous soit permis de sortir un instant de notre sujet pour signaler la présence de corps particuliers dans la région inférieure du contenu de la vésicule ombilicale. A ce niveau, dans les espaces situés entre les villosités lamelliformes de la vésicule ombilicale, au milieu des restes de la substance vitelline, on

trouve des corpuscules arrondis, souvent amassés en si grand nombre qu'ils donnent à cette région, sur des coupes, un aspect blanchâtre caractéristique. Ces corpuscules, représentés dans la figure 36, sont sphériques et de volume assez variable, leur diamètre mesurant de 1 à 5 centièmes de millimètre ; nous les avons examinés sur des coupes de pièces dont les unes n'avaient subi que l'action de l'alcool absolu, dont les autres avaient subi l'action des acides : sur les premières, ces corpuscules (1, fig. 36) affectent un aspect rayonné, en même temps qu'une très fine striation circulaire concentrique, et présentent alors la croix de polarisation ; sur les secondes, c'est-à-dire après l'action des acides, ces corpuscules ne jouissent plus d'aucune propriété sur la lumière polarisée, et se montrent composés (2, 3, fig. 36) de lamelles concentriques relativement épaisses et se colorant diversement par l'action du carmin. Nous n'avons examiné ces corpuscules que sur des coupes, c'est-à-dire que, lorsqu'ils ont attiré notre attention, nous n'avions plus de pièces intactes pour isoler ces corpuscules et en examiner les réactions chimiques. Cependant, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire le professeur Dastre, nous croyons devoir les considérer comme formés de lécithine.

CONCLUSIONS.

Au cours de ces recherches sur l'occlusion de la vésicule ombilicale et sur les dispositions de l'allantoïde, nous avons constaté, comme questions accessoires, les faits suivants :

1° La membrane vitelline est résorbée graduellement dans la région embryonnaire de la sphère vitelline ; cette résorption s'arrête quand elle a dépassé l'équateur de la sphère, et alors il reste une calotte de membrane vitelline, laquelle se rétracte et se plisse, sur le pôle inférieur de la sphère vitelline, pour prendre ultérieurement part à une formation accessoire appendue à l'ombilic ombilical.

2° L'aire vitelline est formée dans toute son étendue par le feuillet externe ou ectoderme, lequel se termine par un bord légèrement épaissi, dit *renflement* ou *bourrelet ectodermique* ; mais l'aire vitelline se divise en deux zones : l'une externe, où elle n'est formée que par l'ectoderme ; l'autre interne où elle est formée par l'ectoderme doublé de l'*entoderme ;* mais cet ento-

derme, dit *entoderme vitellin*, est représenté simplement par une couche de substance vitelline riche en noyaux et non par des cellules différenciées, comme dans l'aire vasculaire. A l'origine de la zone interne de l'aire vitelline, le feuillet moyen, non divisé en lame fibro-cutanée et lame fibro-intestinale, se termine par un bord épaissi dit *bourrelet mésodermique*.

3° Dans leur *extension* (qu'il faut distinguer de leur *formation* ou *apparition*) les trois feuillets du blastoderme sont indépendants les uns des autres; le feuillet externe et le feuillet interne ne se continuent pas l'un avec l'autre; ils se terminent même, comme il a été dit, à des niveaux différents. — Les feuillets externe et moyen s'étendent par le fait d'un accroissement interstitiel (multiplication de leurs cellules); le feuillet interne au contraire s'étend en s'accroissant directement aux dépens et par transformation du vitellus.

Quant aux deux objets principaux de ces recherches (occlusion de la vésicule ombilicale et formation du sac placentoïde), nous arrivons, pour ce qui est de l'occlusion de la vésicule ombilicale, aux conclusions suivantes:

4° Il n'y a pas occlusion de l'ombilic ombilical par rapprochement et soudure des lèvres du bourrelet ectodermique ; l'anneau que forme ce bourrelet se renverse en bas et en dehors, au milieu de l'albumine accumulée au petit bout de l'œuf, constituant ainsi une cavité infundibuliforme, dont le grand orifice, tourné en bas, est fermé par les restes de la membrane vitelline, tandis que le petit orifice, tourné en haut, continue encore longtemps à communiquer avec la cavité de la vésicule ombilicale. Nous avons donné à la petite poche ainsi formée le nom de *sac de l'ombilic ombilical.*

5° C'est par rétrécissement de l'orifice circonscrit par le bourrelet mésodermique que se fait l'occlusion de l'ombilic ombilical; ce sont donc les parties correspondant à la zone interne (primitive) de l'aire vitelline qui prennent part à la formation de la cicatrice de l'ombilic ombilical.

6° Quand l'ombilic ombilical s'est fermé, par le mécanisme sus-indiqué, le sac de l'ombilic ombilical ne communique plus avec la cavité de la vésicule ombilicale, et se trouve seulement appendu à cette vésicule par un cordon fibreux, que forment les

éléments de l'ancien bourrelet mésodermique. Du reste le sac de l'ombilic ombilical est destiné à disparaître bientôt, résorbé avec les autres parties que contient le sac placentoïde.

Enfin, pour ce qui est de l'extension de l'allantoïde et de la formation du sac placentoïde, nous avons démontré:

7° Que l'allantoïde, en s'insinuant dans la cavité pleuro-péritonéale, ne contracte d'adhérences ni avec l'amnios ni avec la vésicule ombilicale, mais seulement avec le chorion; il s'accole à la face interne de la lame fibro-cutanée du chorion, et, tandis qu'il s'étend sur cette lame, son tissu mésodermique se fusionne avec le tissu mésodermique de cette même lame.

8° Que, lorsque l'allantoïde est arrivée vers l'hémisphère inférieur de la sphère vitelline, elle cesse de progresser dans la fente pleuro-péritonéale, c'est-à-dire entre le feuillet fibro-cutané et le feuillet fibro-intestinal de la vésicule ombilicale, mais se dirige vers le petit bout de l'œuf en refoulant au-devant d'elle le chorion dont elle se revêt.

9° L'allantoïde, suivant ainsi la face interne de la coquille vers le petit bout de l'œuf, arrive à former un sac qui renferme la masse albumineuse accumulée vers ce petit bout.

10° Nous donnons le nom de *sac placentoïde* ou de *placenta* à cet organe formé essentiellement de villosités choriales empruntant leurs vaisseaux à l'allantoïde.

10° Les oiseaux possèdent donc un organe annexe analogue au placenta des mammifères. Au lieu que les villosités de ce placenta pénètrent dans le terrain maternel et y puisent les sucs nutritifs, ainsi que cela a lieu chez les mammifères, ces villosités, chez l'embryon d'oiseau, plongent dans l'albumine que les organes de la mère ont déposée, comme provision nutritive, dans l'espace que circonscrit la coquille de l'œuf. C'est la présence de cette coquille qui force l'allantoïde à prendre la forme de sac, avec villosités à la face interne, au lieu de s'étaler en surface avec villosités extérieures. Mais on comprend facilement que chez un ovo-vivipare, à coquille mince et membraneuse, comme chez les reptiles, on pourra trouver des espèces chez lesquelles, la coquille se résorbant, le placenta, que nous venons de voir prendre la forme de sac chez l'oiseau, s'étalera sur la surface interne des oviductes et s'y greffera par ses villosités.

11° Le placenta des oiseaux nous offre donc une forme élé-

mentaire qui a pu être l'origine du placenta des mammifères, c'est-à-dire que nous trouvons ainsi de nouvelles formes de transition et de nouvelles affinités entre les vertébrés allantoïdiens munis d'un placenta, et ceux qui, comme les oiseaux et les reptiles, ont été jusqu'à ce jour considérés comme aplacentaires.

12° Si le placenta des oiseaux est un organe d'absorption nutritive par sa surface intérieure, il est un organe d'échanges respiratoires par sa surface extérieure, c'est-à-dire qu'ici se trouvent réparties en deux régions différentes les fonctions, qui, dans le placenta des mammifères, s'accomplissent simultanément en un seul et même lieu.

13° Enfin la partie supérieure du placenta des oiseaux n'est pas allantoïdienne, au moins au début, mais purement ombilicale ; c'est-à-dire qu'à certains égards ce placenta se rattache à ce qu'on a pu considérer comme un placenta ombilical chez certains poissons plagiostomes.

EXPLICATION DES PLANCHES IX, X, XI ET XII.

Dans toutes les figures les lettres suivantes servent à désigner

alb. L'albumine de l'œuf.

all. La cavité de l'allantoïde.

ae. Le feuillet externe de l'allantoïde.

ai. Le feuillet interne de l'allantoïde.

am. L'amnios.

ams. (Planche IV), cordon fibreux court et épais, formé par l'occlusion de la vésicule ombilicale (soudure des lèvres du bourrelet terminal mésodermique).

bm. Bourrelet mésodermique terminal.

Cam. Cavité de l'amnios.

cg. Cavité sous-germinale (fig. 1).

cq. La coquille de l'œuf.

Emb. Corps de l'embryon.

ex. Feuillet externe du blastoderme.

ex (2). Ce feuillet externe, sur la paroi interne des prolongements allantoïdiens allant former le sac placentoïde (fig. 16, Pl. II).

fc. Feuillet fibro-cutané.

fi. Feuillet fibro-intestinal.

in. Feuillet interne ; — *in* (2) parties où il n'est composé que de noyaux épars dans la masse vitelline (entoderme vitellin).

ms. Mésoderme

mvi. Membrane vitelline.
pp. Cavité pleuro-péritoniale.
vi. Vitellus.
Vo. Vésicule ombilicale.
Vs. Vaisseau.

PLANCHE I.

FIG. 1. Coupe d'un œuf, au début du 3e jour de l'incubation (perpendiculairement à l'axe de l'embryon) : on n'a pas représenté, à la partie inférieure de la figure, toute la masse de l'albumine; la coquille n'a pas été figurée.

FIG. 2. Coupe d'un œuf à la fin du 3e jour, mêmes remarques que pour la figure précédente. — A, B, C, trois points du blastoderme dont les détails sont étudiés dans les figures 3 (A), 4 (B) et 5 (C).

FIG. 3 (A). Étude des feuillets blastodermiques dans la région A de la fig. 2. Gross. d'env. 250 diamètres.

FIG. 4 (B). Étude des feuillets blastodermiques dans la région B de la fig 2. Gross. d'env. 250 diamètres.

FIG. 5 (C). Étude du bord du blastoderme dans la région C de la fig. 2. (Même grossissement.) — *a*, léger renflement terminal de l'ectoderme.

FIG. 6. Étude de la même région sur un autre poulet au début du 4e jour pour montrer (en *a*, *a*) des renflements successifs de l'ectoderme.

FIG. 7. Coupe d'un œuf de fauvette, correspondant, comme développement de l'embryon, à un poulet du 5e au 6e jour, fig. demi schématique. (Grossissement 3 fois 1/2.) — A, B, C, trois points des annexes, dont les détails sont étudiés dans les figures 8 (A), 9 (B) et 10 (C) — *a*, *a*, bords libres et renversés de la membrane vitelline.

FIG. 8 (A). Étude de la région A de la fig. 7, à un grossissement d'environ 280 diamètres ; — *e*, *e*, épithélium de la surface intérieure de l'allantoïde ; — *a*, point ou le tissu mésodermique de l'allantoïde se continue (s'accole) au mésoderme du chorion (couche fibro-cutanée des annexes) ; — *m*, lame musculaire de l'amnios ; — *e m*, lame épithéliale (ectodermique) de l'amnios.

FIG. 9 (B). Étude de la région B de la fig. 7, à un grossissement d'environ 300 diamètres.

FIG. 10 (C). Étude de la région C de la fig. 7, à un grossissement d'environ 290 diamètres.

PLANCHE II.

FIG. 11. Vue de l'hémisphère inférieur de la sphère vitelline (ou ombilicale) du poulet, du 4e au 5e jour de l'incubation. — *St*, sinus terminal ; — *a v*, aire vitelline ; — *om b*, région où le vitellus est encore à nu (ombilic ombilical).

FIG. 12. Coupe d'un œuf de fauvette, correspondant, comme développement de l'embryon, à un poulet du 8e au 10e jour. — A, B, deux régions des annexes, dont les détails sont étudiés dans les figures 13 (A) et 14 (B).

FIG. 13 (A). Étude de la région A de la fig. 12 à un grossissement d'environ 25 fois.

FIG. 14 (B). Étude de la région B de la fig. 12 à un grossissement d'environ 30 fois ; — *v c*, villosités ou végétations saillantes de l'ectoderme.

Fig. 15. Étude, à un grossissement d'environ 16 diamètres, de l'ombilic ombilical de la fig. 12.

Fig. 16. La région du bourrelet mésodermique (*b m*) d'une vésicule ombilicale de poulet au 11e jour de l'incubation, à un grossissement d'environ 120 diamètres.

Fig. 17. Les cellules ectodermiques de l'aire vitelline de la région de l'ombilic ombilical, chez le poulet au 12e jour de l'incubation, à un grossissement de 320 diamètres.

Planche III.

Fig. 18. Moitié inférieure d'un œuf de fauvette, très analogue, comme développement de l'embryon, à un poulet au 14e ou 15e jour; — *a*, *a*, les culs-de-sac terminaux de l'allantoïde, entourant l'albumine et tendant à se rejoindre vers le petit bout de l'œuf.

Fig. 19. La région de l'ombilic ombilical de la figure précédente, grossie environ 16 fois; — *r e*, le renflement marginal de l'ectoderme renversé en bas et en dehors.

Fig. 20. Vésicule ombilicale d'un poulet au 16e jour de l'incubation; l'allantoïde étant demeurée adhérente à la coquille enlevée, on a laissé écouler les restes de l'albumine épaisse rassemblée au-dessous de la vésicule ombilicale (*Vo*), et on voit au pôle inférieur de celle-ci une sorte de gros flocon blanc jaunâtre (en *a*), qui n'est autre chose qu'une bourse semblable à celle représentée en coupe dans la fig. 19.

Fig. 21. Moitié inférieure d'un œuf de fauvette un peu plus avancé que celui de la figure 18. — Les deux culs-de-sac allantoïdiens sont arrivés au contact (en B, voy. fig. 23) d'où formation d'un sac placentoïde, sur la face intérieur duquel des villosités apparaissent, d'abord en *a*, puis en *b*.

Fig 22. Les éléments du bourrelet terminal du mésoderme (fig. 19 en *bm*), sur un poulet au 16e jour de l'incubation, à un grossissement de 200 diamètres.

Fig. 23 (B). La région B de la fig. 21, à un grossissement de 40 diamètres (on a, sur le dessin, un peu exagéré les dimensions des cellules épithéliales).

Fig. 24 (A). La région A de la fig. 21.

Fig. 25. Les villosités de la région *a* d'un œuf un peu plus avancé que celui de la figure 21 (villosités ectodermiques de la vésicule ombilicale). Grossissement 180.

Fig. 26. Les villosités de la région *b* d'un œuf un peu plus avancé que celui de la fig. 21 (villosités ectodermiques de l'allantoïde); face interne du sac placentoïde.

Fig. 27. Cellules de l'épithélium de ces villosités : *n*, noyau ; *v*, globes albuminoïdes.

Planche IV.

Fig. 28. État de regression atrophique du sac placentoïde sur un œuf de fauvette assez près d'éclore; — *x*, *x*, la cloison entre les cavités des deux prolongements de l'allantoïde; — *v*, villosités.

Fig. 29 (A). La région A de la fig. 28. Grossissement 230.

Fig. 30 (B). La région B de la fig. 28 ; — *x*, *x*, cloison entre les deux prolongements allantoïdiens.

Fig. 31. État de regression atrophique plus avancé du sac placentoïde sur un œuf de fauvette très près d'éclore ; — *Cp*, reste de la cavité du sac placentoïde ; — *s*, *s*, reste de la cavité de l'allantoïde et de la cloison inter-allantoïdienne.

Fig. 32. La partie inférieure de la fig. 31, à un grossissement de 225 diamètres ; — *s*, *s*, région de la cloison de séparation des deux culs-de-sac allantoïdiens, dont les cavités ont disparu.

Fig. 33. Coupe d'un œuf encore plus près d'éclore ; — *Cp*, restes du sac placentoïde.

Fig. 34. Région du cordon fibreux *ams* (fig. 33) à un grossissement d'environ 50 diamètres (on a un peu exagéré sur le dessin les dimensions des cellules épithéliales entodermiques et ectodermiques).

Fig. 35. Masses cristallines, formées de fines aiguilles groupées en amas rayonnés, telles qu'on les trouve dans la cavité allantoïdienne en voie de disparition.

Fig. 36. Globes sphériques qu'on trouve en grand nombre dans les parties inférieures de la vésicule ombilicale ; ils sont formés de lécithine ; en 1 on les voit tels qu'ils se présentent sur des pièces ayant subi seulement l'action de l'alcool absolu ; en 2 et 3, tels qu'ils apparaissent sur des pièces ayant préalablement subi l'action des acides (liquide de Kleinenberg).

DU DÉVELOPPEMENT
DU CANAL DE L'URÈTHRE
ET
DES ORGANES GÉNITAUX DE L'EMBRYON

Par O. CADIAT
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris

(PLANCHES XIII A XVI.)

§ 1. — Remarques générales.

Pour arriver à l'étude complète et méthodique du développement de l'urèthre et des organes génitaux, chez l'homme et chez la femme, avec ses annexes, utricule prostatique (prostate, corps spongieux de l'urèthre), il est nécessaire de remonter très haut dans l'étude de l'évolution embryonnaire. Il faut remonter à l'apparition de l'allantoïde, à laquelle se rattache immédiatement la formation du cloaque primitif, qui deviendra plus tard le sinus uro-génital, alors que la partie génito-urinaire sera séparée de l'intestin, et enfin, à la dernière période de l'évolution, les organes urinaires, les organes génitaux et le tube intestinal sont séparés les uns des autres.

Les organes génitaux apparaissent de très bonne heure, d'après les recherches que j'ai faites sur le poulet. Le développement de l'allantoïde a été étudié par les auteurs allemands, His, Dobrynin et Gasser; Kölliker confirme les données de ce dernier auteur. M. Duval, reprenant ces travaux, a trouvé que l'allantoïde se fermait de très bonne heure, presque à la fin du deuxième jour. Il est évident que l'allantoïde se forme d'abord avec le feuillet interne, mais j'ai démontré (formation du cloaque chez le poulet, *comptes rendus, Institut*, t. LXXXVI, p. 836), qu'à partir de cette formation cloacale très précoce, l'épithélium du feuillet interne se modifiait, et que l'allantoïde plus tard comme la vessie était formée par le feuillet interne, J'ai observé que la première apparition de ces organes, dès la fin du deuxième jour, se forme en même temps que l'allantoïde. C'est à cette époque, que se forme la première trace des organes génitaux

externes; le cloaque. Au début du troisième jour, le bourgeon épidermique cloacal est déjà assez développé.

A cette époque, l'extrémité caudale de l'embryon s'épaissit et, quand elle arrive à un développement plus ou moins avancé, elle présente du côté de la face ventrale, sur des coupes longitudinales, deux dépressions séparées par une saillie intermédiaire longitudinale de plus en plus haute, représentant dans leur ensemble, la lettre ω renversée.

Au fond de cette cavité, dont l'ouverture est tournée du côté de l'extrémité céphalique, se trouve une saillie transversale séparant ces deux cavités : l'une, renfermant le cul-de-sac intestinal ou aditus (posterior ad intestinum); l'autre le feuillet épithélial de l'allantoïde. Quant au cloaque primitif, il est constitué de la façon suivante :

Le feuillet externe, couvrant toute la face postérieure et latérale de l'embryon, s'enfonce profondément au niveau de la saillie, qui sépare la dépression intestinale de la dépression allantoïdienne. Là il existe un épaississement épithélial considérable, l'épiderme entrant dans la cavité cloacale, en remontant pour former le feuillet amniotique de la région caudale de l'embryon.

Entre ce feuillet amniotique, inséré sur la paroi antérieure de l'enfoncement cloacal, se trouve un espace indéfini, c'est la fente pleuro-péritonéale, au niveau de l'extrémité caudale, limitée d'un autre côté par le feuillet opposé de la cavité pleuro-péritonéale qui s'applique au feuillet interne et l'accompagne autour du jaune de l'œuf, en formant plus tard la lame fibro-vasculaire. C'est dans cet espace, que se développe la vésicule allantoïde, qui envahit peu à peu toute la cavité ovulaire à la fin de la vie embryonnaire.

Au début du premier jour, déjà des phénomènes importants. Le cloaque se développe dans le sens de la longueur et de la largeur. Le bourgeon épidermique cloacal envoie un prolongement rejoindre l'intestin à son extrémité inférieure. A cette époque, un peu plus tardive que les autres, comme nous le verrons, en étudiant ces différentes parties, on voit l'intestin s'isoler peu à peu du cloaque génital et urinaire.

Sur un embryon de mouton de 5 millimètres de long, il n'y a pas encore trace d'organes génitaux externes; à cette époque,

la saillie, qui devra apparaître plus tard, pour constituer les organes génitaux, n'existe pas encore à cette époque. Il est difficile, n'ayant pas de termes intermédiaires, les embryons de cet âge étant rares chez les mammifères, de deviner juste à quel âge appartiennent ces organes génitaux externes. Ce qu'on peut constater à cette époque, qui correspond environ à deux semaines de développement, qu'il existe un vaste cloaque, relativement au volume de l'embryon.

Si nous étudions un embryon plus âgé, un embryon de mouton de 12 millimètres de long, alors que celui, qui n'avait qu'un centimètre, correspond à un embryon de poulet de trois jours, ici, il existe une communication large avec l'intestin, de sorte que le tube intestinal et le cloaque génito-urinaire avec l'intestin, sont encore confondus en une cavité commune. Au-dessus, le cloaque est large dans le sens transversal et donne naissance aux deux canaux de Wolff. En avant de cette large cavité transversale, se trouve une fente étroite tapissée d'épithélium et qui représente l'orifice extérieure du cloaque. En arrière de cette cavité transversale, se trouve la partie la plus inférieure de la fente péritonéale et les canaux de Müller. (Voy. fig. 3, 4, 5, 6 et 7, pl. I.)

La coupe la plus inférieure de cet embryon de mouton de 12 millimètres, présente une fente étroite tapissée d'épithélium; c'est l'orifice inférieur d'un large espace allongé dans le sens transversal, recevant à chaque extrémité deux conduits, les canaux de Wolff.

Cette cavité, qui dépend encore du cloaque commun aux voies génitales et urinaires, se trouve au-dessous de l'orifice des voies génitales et urinaires.

Au niveau du prolongement caudal replié (fig. 5, pl. I) et au-dessous, se trouve un prolongement épidermique, par lequel le cloaque se met en communication avec l'intestin. Sur des coupes longitudinales, on peut voir en effet, que le cloaque a une certaine profondeur et que l'intestin s'ouvre assez haut dans cette cavité. Sur une autre préparation du même embryon, on aperçoit à l'extrémité caudale le cloaque, puis l'intestin isolé, les deux conduits de Wolff, et en arrière les canaux de Müller. (Voy. fig. 4, pl. I.)

Enfin, sur un niveau plus élevé, l'intestin est isolé et pédicu-

lisé dans la cavité péritonéale; de chaque côté du mésentère se trouvent les corps et conduits de Wolff. Enfin, en avant, sur la région ventrale, se trouve une dépression quadrangulaire formée par l'ectoderme, qui représente le cloaque uro-génital exclusivement. (Voy. fig. 6, pl. I.)

Sur une coupe un peu plus élevée, au-dessus de l'enfoncement cloacal, c'est la partie la plus longue du cloaque. Cette coupe porte encore sur l'extrémité caudale reployée sur la face ventrale de l'embryon. Une gouttière tapissée d'épithélium fait communiquer le cloaque, avec la dépression sous-caudale avec l'intestin sur la figure 6 de la planche I; l'intestin est complètement isolé dans la cavité péritonéale, et il existe un commencement de mésentère. (Voy. fig. 7, pl. I.)

Sur un embryon de mouton de 2 centimètres de long, que nous avons étudié dans la région des organes génitaux (fig. 8, pl. I), on voit successivement, en procédant, des régions inférieures aux régions supérieures, le sinus uro-génital des auteurs, et pour nous, le cloaque, commencer à l'intestin; les voies génitales et urinaires à un niveau plus élevé, l'intestin est séparé du cloaque uro-génital, mais encore réuni par une gouttière longitudinale (fig. 9, pl. I).

A un niveau plus élevé, on trouve l'intestin, déjà avec une muqueuse, une couche musculaire, commençant en avant, le cloaque génital qui sera plus tard la vulve, et en avant de la symphyse pubienne, le clitoris avec la gouttière urèthrale (fig. 10, pl. II).

Sur une coupe du même embryon, passant au niveau de la symphyse du pubis, on trouve l'intestin, en arrière, isolé dans la cavité péritonéale. La vessie avec les uretères qui, en partant de chaque côté, est entre les canaux de Müller. En avant, le clitoris avec la gouttière génitale.

Sur une coupe inférieure, passant au niveau du cloaque, on trouve les deux canaux de Müller, sur le point de se réunir, et séparés seulement à ce niveau du cloaque, par une même couche d'épithélium, qui représente déjà la membrane hymen (fig. 12, pl. II).

Sur la figure 13, portant sur un niveau plus élevé, on trouve en arrière, encore l'intestin isolé dans la cavité péritonéale. En avant de cette cavité, le système des conduits génitaux et

urinaires, appelé par les auteurs allemands, cordon génital, renfermant dans la partie médiane les deux canaux de Müller. En dehors, les canaux de Wolff, et en avant, la vessie. Tout à fait en avant de la symphyse, le clitoris avec la gouttière urétrale tapissée par l'épiderme (fig. 13, pl. II).

Sur les figures 14 et 15 de la planche II, sont figurées les coupes transversales d'un embryon de mouton de 3 centimètres et demi de longueur. Sur la figure 15, on voit la vessie, avec les deux uretères, qui partent de cette cavité, puis l'intestin en arrière ; et enfin sur les côtés et en arrière, les deux canaux de Müller. Sous une autre coupe, on trouve en avant la section triangulaire de la vessie, puis, dans la cavité péritonéale, deux saillies latérales renfermant les canaux de Wolff et de Müller, et en arrière l'intestin (fig. 14 et 15, pl. II).

Étudions les dispositions extérieures des organes génitaux externes de l'embryon à la figure 16, planche II, correspondant à un embryon de mouton de 5 millimètres de long. Il n'existe pas encore d'éminence génitale, mais un cloaque largement ouvert et limité, en bas, par l'extrémité caudale, de chaque côté, par les branches du pédicule allantoïdien (fig. 6, pl. II).

La figure 17 représente un embryon humain de six semaines, l'éminence génitale commençant à se former. Elle est déjà très volumineuse et plus grosse que les bourgeons des membres inférieurs, ce qui prouve la précocité du développement des organes génitaux. Cette saillie paraît déjà formée de trois parties : une saillie médiane principale forme la partie glandulaire, et deux saillies latérales sont destinées à la formation des corps caverneux (fig. 17, pl. II).

Sur la figure 18, planche III, on voit la disposition du pénis d'un embryon de mouton de 2 centimètres de long ; à la partie supérieure se trouve le gland, se continuant sur la face dorsale de la verge, par le cylindre, qui représente l'urèthre. De chaque côté, séparés par un sillon profond, les deux corps caverneux, avec une gouttière profonde, allant du gland, jusqu'à la région pénienne.

Nous voyons ensuite les organes génitaux d'un embryon humain femelle, de trois mois et demi, sur lequel nous décrirons le clitoris parfaitement délimité, deux grandes lèvres et une gouttière sous-uréthrale, qui fait communiquer le canal de

l'urèthre avec le vagin, du moins dans sa partie inférieure, parce que plus haut, les organes génitaux et urinaires sont séparés les uns des autres.

La figure 19, pl. III, correspond à un embryon de mouton femelle, ayant atteint le même degré de développement, que l'embryon humain précédent. On voit l'analogie des dispositions anatomiques et une gouttière uréthro-vaginale encore plus accusée. La figure 19, correspond à un embryon humain de 2 centimètres et demi, c'est-à-dire deux mois. Le pénis est déjà formé, et il existe deux saillies latérales, correspondant aux scrotums, et sous le pénis et entre ces deux saillies, un large espace, le cloaque, qui, à ce niveau, est commun aux voies intestinales, génitales et urinaires, et plus haut, comme nous l'avons vu déjà, les différents systèmes sont isolés les uns des autres.

Sur la figure 20 de la planche III, se trouvent figurés les organes génitaux d'un embryon de mouton de 2 centimètres et demi, sur lequel l'éminence génitale est figurée à un niveau inférieur, sur la face ventrale, une saillie volumineuse, et de chaque côté de celle-ci deux saillies plus petites. La saillie centrale, arrondie, à son extrémité, est creusée d'une gouttière profonde, tapissée d'une couche épithéliale et en forme de fer de lance.

De chaque côté de cette grosse saillie médiane, se trouvent deux saillies oblongues, divergentes, au milieu desquelles on voit des capillaires très volumineux, représentant le tissu érectile des corps caverneux déjà très avancé dans son développement, (pl. IV, fig. 27). A un niveau plus élevé du même embryon, la saillie médiane est moins fortement développée, relativement aux deux saillies latérales. Dans l'axe de la saillie médiane, se trouve la partie supérieure de la gouttière uréthrale, plus rétrécie à ce niveau que plus bas; le long de cette gouttière, on voit de chaque côté des vaisseaux très volumineux, représentant déjà le tissu spongieux de l'urèthre. A l'extrémité postérieure de cette gouttière, encore ouverte sur sa face inférieure, se trouvent des conduits épithéliaux ramifiés, divergeant à partir de l'axe du canal; ce sont, ainsi que je l'ai observé, les premiers canaux des glandes bulbo-uréthrales (pl. V, fig. 24).

Enfin, plus haut, au niveau de la symphyse pubienne, la coupe de l'embryon montre un canal de l'urèthre très large dans

le sens transversal, à section triangulaire avec une couche épithéliale doublant toute la surface du canal intérieurement. La paroi inférieure de ce canal est soulevée par une saillie qui est déjà le verumontanum, renfermant dans sa partie médiane un cul-de-sac large, rempli d'épithélium. Ce cul-de-sac est le résultat de la soudure des conduits de Müller, et de chaque côté de l'utricule prostatique, se trouvent les conduits éjaculateurs s'ouvrant directement dans l'urèthre (pl. IV, fig. 27).

Sur un embryon humain de 35 millimètres, si on examine les coupes transversales, on trouve d'abord trois parties : une saillie médiane très accusée, avec une gouttière à la face inférieure et deux saillies latérales, représentant les corps caverneux. Cet embryon est à un état de développement un peu plus avancé que l'embryon humain de la figure 17, planche II. On voit par ces figures successives et en consultant aussi, comme vérification, les coupes de la planche III, figure 26, planche IV, figure 27, comment se forme le pénis ou le clitoris, qui lui est identique.

C'est l'éminence génitale primitive, si volumineuse qu'elle soit, relativement à un embryon humain de six semaines; qui est destinée à former à elle seule le pénis ou clitoris. Ce fait prouve quelle importance, les organes génitaux ont dans le développement embryonnaire, précédant tous les autres organes.

Si l'on étudie ces dispositions du cloaque chez un embryon de mouton de 3 centimètres de long, sur une coupe longitudinale, passant sur le plan diamétral de l'embryon, on observe, à cette époque, une cavité commune au-dessous du pénis, profonde de près de 8 millimètres de long et de $0^{mm}03$ (pl. III, fig. 25). L'embryon s'ouvre à la partie la plus volumineuse de cette cavité et, en avant, se trouve une cavité commune, encore fermée par une masse épithéliale ectodermique et dans laquelle se réunissent les conduits génitaux et urinaires.

La figure 24 (pl. III), faite sur un embryon de mouton femelle de 5 cent. de long, permet de distinguer la vessie, avec l'abouchement des uretères de chaque côté en arrière de cette cavité.

Sur la figure 26 de la planche III, se trouve une coupe d'un embryon de mouton mâle de 6 à 7 cent. de long, sur laquelle on aperçoit le verumontanum et les conduits éjaculateurs de

chaque côté de cette saillie. A cette époque, la muqueuse de l'urèthre commence à se former. Sur la figure 24, on trouve d'arrière en avant l'intestin, avec une tunique muqueuse et une musculeuse; en avant de la cavité péritonéale, une cavité muqueuse limitée par une couche épithéliale. C'est l'utricule prostatique. De chaque côté de ce tube médian, deux canaux représentant les vestiges des canaux de Wolff. Enfin, la section du canal de l'urèthre, avec une saillie très prononcée, sur la paroi inférieure, comprenant dans son épaisseur les deux canaux éjaculateurs. Sur la figure 25, qui correspond à une région plus antérieure de l'urèthre, on ne voit plus l'utricule prostatique, mais seulement la coupe du canal uréthral, avec la saillie médiane prolongée du verumontanum.

Le développement de l'éminence génitale est plus accusé. Sur une coupe transversale d'un embryon de mouton de 5 centimètres de long, portant au niveau de la vessie, on trouve cette cavité très allongée, dans le sens transversal, avec les deux uretères partant de chaque extrémité; en arrière de la vessie, les deux canaux de Müller, au milieu et en dehors; les canaux de Wolff, enfin l'intestin, dans la cavité péritonéale (fig. 26, pl. III).

Développement de la prostate. — D'après Kölliker, la prostate apparaît chez l'homme au troisième mois. Par contre, j'ai constaté contrairement à l'opinion de Kölliker, que sur l'embryon humain de deux mois environ, la prostate était déjà bien avancée dans son développement, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 31 de la planche IV, où cette glande atteint un dimension considérable. Elle atteint déjà 3 à 4 millimètres de hauteur et 1 millimètre d'épaisseur. En outre, sur un embryon de mouton de 16 millimètres de long (pl. IV, fig. 2), c'est-à-dire un embryon âgé environ de 3 semaines seulement on ne voit pas encore le début de la prostate; mais déjà une masse assez volumineuse sur le trajet de l'urèthre, avec des culs-de-sac allongés très bien déterminés et un épithélium cubique très régulier, et ces dispositions visibles sur un embryon de mouton âgé seulement de 3 semaines ne représentent pas encore l'origine de cette glande.

Nous avons vu encore la prostate au commencement de sa formation, chez l'embryon de cochon de 5 centimètres de long, qui n'a par conséquent que six semaines. Ainsi, sur le porc,

nous trouvons des culs-de-sac prostatiques et une trame musculaire à une époque bien antérieure à l'époque fixée par Kölliker. Sur l'embryon humain de 35 millimètres, ce qui correspond à deux mois de développement, la prostate est déjà très développée. Elle forme de chaque côté, et en arrière du canal de l'urèthre, une masse assez volumineuse.

Sur un embryon humain de 10 centimètres de long, la prostate s'étend sur une étendue de 2 millimètres où l'on aperçoit de nombreux conduits et culs-de-sac épithéliaux. A sept mois, chez l'homme, la prostate a le volume d'un gros pois. A cette époque, elle enveloppe la portion postérieure du canal. Et comme chez l'adulte, la prostate n'existe généralement pas sur la face antérieure du canal, il en résulte que sur l'embryon de sept mois, la prostate s'amincit de plus en plus à mesure, qu'elle occupe une portion plus inférieure et antérieure du canal. Il n'est pas exact de dire avec Thompson, que la prostate apparaît le quatrième mois, sous forme de masses latérales, se fusionnant en arrière à la fin du cinquième mois. Il est vrai que la prostate se développe par deux masses latérales, mais c'est de très bonne heure et bien avant le quatrième mois, parce que nous l'avons trouvée assez avancée sur l'embryon de porc de six semaines et sur l'homme à deux mois. Sur un embryon de mouton de 12 millimètres de long, c'est-à-dire correspondant à deux semaines environ, nous avons trouvé des culs-de-sac prostatiques.

Si l'on étudie en détail, les préparations du développement de la prostate, d'abord sur l'embryon du porc de six semaines, on trouve, dès cette époque, que la muqueuse de l'urèthre est déjà avancée dans son développement. La muqueuse a déjà un millimètre d'épaisseur, et, en dehors, cette membrane est doublée déjà d'une couche musculaire, la musculaire de la muqueuse. En outre, les culs-de-sac prostatiques, qui commencent à se former, sont disséminés dans une trame musculaire épaisse au niveau de cette glande et qui va en s'amincissant autour du canal et représente déjà l'appareil musculaire enveloppant le canal.

Sur l'embryon humain de 35 millimètres, on voit sur une coupe, passant au niveau de la région prostatique : 1° la coupe de l'urèthre, dont la muqueuse à cette époque, a déjà 1 milli-

mètre d'épaisseur, avec une couche musculaire, appartenant à la muqueuse d'un millimètre d'épaisseur aussi. Au-dessous ou plutôt en arrière de l'urèthre, on trouve le système des canaux éjaculateurs et de l'utricule prostatique, déjà très bien délimité et très distinct de la trame prostatique. L'utricule prostatique, à ce niveau, est représenté plus bas, par une cavité assez large, plus haut par un simple conduit épithélial cylindrique produit par la soudure des conduits de Müller. Or, dans un travail que nous avons publié avec M. le professeur Robin, sur l'utérus mâle et les canaux éjaculateurs (*Journal d'Anatomie*, 1877), nous avons démontré que sur l'homme adulte, le système du verumontanum, comprenant les canaux éjaculateurs et l'utricule prostatique, forme un système anatomique absolument isolé au milieu de la prostate. Cette figure obtenue sur un embryon humain de deux mois environ, est la preuve évidente que cette idée que nous avons soutenue, était exacte.

Dans les recherches que nous avons faites en collaboration avec le professeur Robin, sur la muqueuse de l'urèthre, et de mon côté sur les muscles du périnée, il est absolument démontré que la prostate est un système glandulaire, indépendant complètement du système des canaux éjaculateurs et des canaux prostatiques; d'autre part, de l'appareil musculaire, qui sert à oblitérer le col de la vessie et la portion membraneuse de l'urèthre.

C'est une glande indépendante, absolument isolée des organes voisins, et les faits que nous avons montrés, sur son développement sont une confirmation évidente du travail, que nous avons fait le professeur Robin et moi. La prostate est une glande annexée à l'appareil génital et non à l'appareil urinaire, comme l'a prétendu Wirchow. Elle a pour analogie les glandes de l'urèthre et les glandes de la muqueuse uréthrale, chez la femme.

Sur un embryon humain de 10 centimètres de long, la prostate est déjà volumineuse; elle a en hauteur 5 à 6 millimètres et 3 à 4 millimètres, comme largeur de chaque lobe. Elle se développe de chaque côté du canal de l'urèthre, symétriquement, en s'étalant sous forme d'éventail de chaque côté; mais le triangle formé par cet éventail est très allongé et dans le sens vertical Vers le quatrième ou cinquième mois, les deux lobes

latéraux séparés, qui constituaient alors par leur ensemble la glande, se réunissent et se soudent à la partie postérieure ou inférieure du canal de l'urèthre; à sept mois, elle a un diamètre transversal de 16 millimètres, et le diamètre antéro-postérieur est de 9 millimètres.

A la naissance, le diamètre moyen de la prostate est de 8 millimètres et un poids de 841 milligrammes; à 14 ans, elle a 17 millimètres de long sur 23 de large et 10 d'épaisseur. A partir de la puberté, elle se développe rapidement avec tout l'appareil génital, et ses éléments musculaires se multiplient en même temps que les éléments glandulaires. A vingt ans, elle pèse 20 grammes; à vingt-cinq ans, elle est arrivée au terme de son développement. Elle éprouve alors les dimensions suivantes qu'elle gardera longtemps. Ces dimensions sont en moyenne :

Diamètre antéro-postérieur	27	millimètres.
transversal	40	—
de haut en bas	27	—

Avec l'âge, la prostate, s'hypertrophie; mais ce n'est pas là un fait de développement normal, c'est une altération pathologique, dont nous n'avons pas à traiter.

Les malformations de la prostate, qui se rencontrent parfois, s'expliquent facilement en tenant compte de son développement au moyen de deux lobes latéraux. Ainsi chez beaucoup de singes, le hérisson et l'éléphant, la prostate est formée de lobes indépendants les uns des autres.

A propos des anomalies de la prostate, bien que l'utérus mâle seulement au point de vue anatomique mais non au point de vue de l'anatomie générale ne fasse pas partie de cette glande, on a cité un certain nombre d'anomalies, portant sur cet organe chez certains animaux, le castor et le bouc (Weber Owen, *Anatomie comparée*), l'utricule prostatique atteint parfois de grandes dimensions. Chez l'homme, Arnold (Wirchow's, *Arch.* B et 47) cite un cas d'utricule prostatique de 8 à 10 centimètres de longueur et même davantage. Ainsi J.-A. Boesgard (*Journal de l'Anatomie*, 1877 n° 2) aurait rencontré à l'autopsie, chez un homme de soixante-six ans, deux gros conduits tubuleux naissant à la partie supérieure des reins et venant déboucher par deux orifices distincts dans la région prostatique.

MM. Barth et Remy, sur l'utricule prostatique et le canal de Müller (*Journal d'Anatomie*, 1877, n° 2), ont rapporté une observation encore plus remarquable. Sur un enfant de six ans, il existait un conduit naissant au milieu d'une masse kystique, située à la partie supérieure du rein droit et qui venait s'ouvrir par deux orifices distincts, dans la région prostatique du canal de l'urèthre, au niveau du verumontanum. Martin. (*Journal d'Anatomie*, etc. 1878) a rapporté un cas analogue, mais moins net chez un fœtus à terme monstrueux. MM. Thibierge et Launois ont observé, à l'hôpital des enfants, une anomalie des organes génitaux, un enfant mâle de dix ans, dont les organes mâles étaient complètement développés, présentait des organes femelles : l'utérus communiquait avec l'urèthre à l'aide d'un long conduit, qui venait s'ouvrir directement dans l'utricule prostatique.

Enfin, il peut arriver que les deux canaux de Müller qui, soudés forment l'utricule prostatique, restant séparés, persistent sous forme de deux canaux accolés et parallèles.

Tourneux a trouvé cette disposition sur un cheval de six ans, chez lequel deux vésicules prostatiques de 3 centimètres et demi de long, étaient couchées en dedans des vésicules séminales et venaient s'ouvrir par deux orifices distincts à l'extrémité des canaux éjaculateurs.

Enfin, dans certains cas, on a vu l'utérus mâle énorme et comparable par sa forme à l'utérus de la femme. Deux exemples ont été rapporté par Petit (*Hist. de l'Académie royale des sciences*, 1720, p. 38), et par Franqui (Scanzoni! S. Bertrage, III et IV, p. 25.)

Les trompes de Fallope dans ces deux sujets, occupaient leur situation normale, et le pavillon était situé près d'un organe qui occupait la place des ovaires, mais avec la structure des testicules, avec un épididyme et un canal déférent. On a cité aussi des hommes qui ont eu des hémorrhagies de l'urèthre, analogues aux règles des femmes, sans maladie des reins ou de la vessie, mais que d'après Petit et Simpson, il fallait attribuer à la présence d'un utérus mâle très développé, comme la matrice de la femelle. Margagni et Dolbeau ont vu de leur côté, les canaux éjaculateurs s'ouvrir dans l'utricule prostatique.

Pour achever le développement des organes génitaux externes;

alors que l'urèthre, de gouttière, qu'elle est, pendant les premiers mois de la vie embryonnaire au quatrième mois, est transformé en canal, il reste encore la descente des testicules chez le mâle. Cette progresion des testicules, d'après le professeur Ch. Robin, situés primitivement, en rapport avec le corps de Wolff, dont il occupe la face interne, descend peu à peu dans le scrotum, au moyen d'un muscle, que Ch. Robin a démontré constitué par des fibres striées. Chez tous les animaux, qui ont les testicules dans l'abdomen et peuvent le faire sortir à volonté en tout temps, ou seulement à l'epoque du rut, le crémaster est un muscle, qui toute la vie conserve la disposition qu'il a, chez le fœtus de l'homme et des autres animaux, ayant les testicules extérieurs. C'est chez ces derniers, un véritable musculus testis étendu du pli de l'aine à l'extrémité inférieure du testicule placé dans l'abdomen, et passant au travers du canal inguinal. Il est cellulaire au centre et se retourne sur lui-même, se déverse dès que le testicule est arrivé dans le canal inguinal, pour tomber dans le scrotum; beaucoup de rongeurs et la plupart des insectivores ont un crémaster. Ainsi le crémaster en se contractant remonte le testicule dans le canal inguinal, qui a diminué de volume. Ce muscle manque chez les animaux dont les testicules restent toute la vie dans l'abdomen, comme l'éléphant, les cétacés et chez l'homme et autres animaux. Lorsque le testicule est extérieur, pendant la vie active extra utérine, le crémaster est disposé comme il l'est temporairement chez les rongeurs insectivores, c'est-à-dire du haut en bas du pli de l'aine au testicule. C'est au crémaster que le testicule doit être soulevé par la toux ou un effort. Chez le fœtus, le crémaster présente deux portions distinctes : l'une est placée dans l'abdomen étendu du testicule, où elle se termine en arcade, à l'orifice du canal inguinal. L'autre la continue à partir de ce point et traverse le canal inguinal qu'elle remplit, pour se terminer en trois faisceaux : l'un externe, va au dehors à l'arcade crurale. Le deuxième interne, plus large, se perd au-devant de la partie externe du pubis; le troisième, plus large que les autres, continue la direction du muscle et se perd dans le tissu lamineux du scrotum en s'amincissant peu à peu. La descente du testicule est très facile à comprendre, étant données les insertions du gubernaculum testis, les insertions sur le bord du canal in-

guinal et au fond du scrotum, maintiennent le testicule dans une position à peu près fixe, le tégument ne suivant pas le développement des autres parties de l'abdomen, de sorte que le testicule est attiré peu à peu de haut en bas et d'arrière en avant, vers le canal inguinal à mesure que l'abdomen se développe, de sorte que le testicule, à la naissance, se trouve à l'entrée du canal inguinal.

DÉVELOPPEMENT ULTÉRIEUR DES ORGANES GÉNITAUX.

Nous en sommes restés à l'époque où les voies génitales étaient encore ouvertes à l'extérieur. Le canal de l'urèthre reste le dernier à se former. D'après M. Tourneux de Lille, voici comment se forme la portion spongieuse de l'urèthre, sur un fœtus long du vertex au coccyx de 5 centimètres 3 millimètres, le clitoris est légrement conique avec gland très apparent, la longueur est d'environ 2 millimètres. La fente génitale qu'on aperçoit, en écartant les grandes lèvres et qui commence à 1 millimètre de l'anus, se prolonge à la face inférieure du clitoris jusqu'au gland, qui paraît respecté. Mais, si on pratique une série de coupes sur le gland, on reconnaît que sa face inférieure est sillonnée jusqu'au sommet par la lame épithéliale, prolongement de la gouttière du clitoris. Il est à remarquer que chez l'adulte, la face inférieure du gland du clitoris est fissurée. Cette fissure rappelle ce qui existe chez les lémuriens chez lesquels le clitoris est traversé par le canal de l'urèthre. La fente clitoridienne répondra plus tard à la région vestibulaire, et la fente du gland répond à la portion spongieuse du canal de l'urèthre de l'homme, mais le verumontanum de l'urèthre et la région membraneuse de l'urèthre de l'homme ont pour homologue la région vulvaire de la femme. Nous ne pouvons accepter cette opinion, cette région vestibulaire et la fente du gland correspondent à la portion spongieuse du canal de l'urèthre de de l'homme. L'urèthre de la femme, représente la portion prostatique de l'urèthre de l'homme, par son développement et ses glandes qui sont les analogues des glandes prostatiques (Robin et Cadiat).

Nous ne pouvons admettre avec M. Tourneux, que le verumontanum, avec la région membraneuse de l'homme, ont pour

homologue la vulve, chez la femme. Le verumontanum, vu l'existence de l'utricule prostatique ou utérus mâle, est l'homologue de l'utérus de la femme. L'homologue de la vulve, chez l'homme, est représenté seulement par la portion pénienne, avec les glandes de Cooper, qu'on retrouve chez la femme, le corps spongieux de l'urèthre, qui représente le bulbe du vagin et le bulbo-caverneux, qui est le constricteur du vagin. Enfin, les corps caverneux de la verge représentent le clitoris et le scrotum, les grandes lèvres. Sur un fœtus long de 5 centimètres. M. Tourneux a trouvé une verge de 1^{mm},5 de long, avec le gland de 2 millimètres et une épaisseur de 2 millimètres. Cette verge était encore fendue au voisinage du gland. Le gland ne renfermait pas de fissure, mais les coupes montrèrent qu'il renfermait, à sa face inférieure, la même lame épithéliale, que le gland du clitoris vers la neuvième semaine, le clitoris commence à se former; il possède alors un gland renflé, qui est à la limite ou s'étend la fente génitale; en même temps, les grandes lèvres se montrent sous forme de deux plis longitudinaux de la peau. Vers la dixième ou la onzième semaine, l'ouverture anale se trouve séparée de la fente génitale par l'apparition d'un pont cutané transversal, première ébauche du périnée. Les grandes lèvres ont augmenté de volume et les bords de la fente génitale, s'étendant à la face inférieure du clitoris, se sont renflées et représentent les petites lèvres. Ce n'est que la quatrième semaine que l'on voit chez plusieurs embryons la fente génitale se former en partant de l'anus, au moyen d'une suture saillante (le raphé), laquelle réunit aussi les deux grandes lèvres pour en faire le scrotum; mais il met aussi les bords renflés de la face inférieure du clitoris jusqu'au gland; en d'autres termes les petites lèvres se soudent pour former l'urèthre et le raphé s'étend de la face inférieure de ce clitoris devenu pénis. Ce dernier maintenant est perforé et possède un petit prépuce. En somme, chez la femme, le cloaque génital ne se ferme pas. Il reste ouvert et constitue la vulve ou vestibule du vagin. Aussi le sinus urogénital ou cloaque est-il très court chez la femme et beaucoup plus long, chez certains animaux. Les bords de la gouttière se prolongent et donnent naissance aux petites lèvres, le tubercule génital, au clitoris.

Comme déductions des phénomènes embryogéniques, relatifs

au développement du canal de l'urèthre, il faut signaler d'une façon générale, les malformations qui résultent d'un trouble dans l'évolution normale. Ainsi on a constaté l'absence de la prostaste, anomalie qui n'existe pas souvent sans malformation de l'appareil uro-génital. Les canaux éjaculateurs ne traversent pas toujours la prostate. Quelquefois ils se réunissent en un seul canal et se jettent dans l'utricule. Cette anomalie s'explique par la soudure des deux conduits de Wolff avec conduits de Müller à leur extrémité interne.

Les malformations de l'urèthre sont fréquentes : 1° l'absence d'urèthre par absence de développement des organes génitaux externes. Cette anomalie est plus rare, et cela se conçoit que la partie pénienne chez la femme n'existe pas. Son canal uréthral correspond à la région prostatique et membraneuse de l'homme.

On a vu, par arrêt de développement de ce que nous avons décrit comme éminence génitale, un tubercule érectile remplacer la verge, et dans ce cas, un court canal va de la vessie au rectum recevoir les canaux éjaculateurs.

Le rétrécissement et l'imperforation existent, mais ils s'expliquent difficilement par le développement de l'urèthre, dont l'extrémité externe se ferme en dernier, enfin on a vu des urèthres bifides.

L'hypospadias représente un état transitoire d'une période embryonnaire. C'est l'absence plus ou moins complète de la paroi inférieure de l'urèthre. Comme ce canal se ferme très tard, cette disposition anormale est facile à comprendre. Dans certains cas, l'urèthre est ouvert jusqu'au gland, ce qui se comprend, car le gland se développe séparément indépendant du corps caverneux. L'urèthre peut être avant au niveau du scrotum, qui est divisé comme une vulve. Enfin, dans le type complet d'hypospadias, le développement s'est arrêté de très bonne heure. Le canal de l'urèthre a l'aspect d'une simple gouttière ouverte inférieurement, la verge est courte et ressemble à un clitoris volumineux, le prépuce ne recouvre que la face dorsale du gland comme pour le clitoris. Au fond de la fente cloacale, se trouve l'ouverture vésicale, ce qui prouve que le développement en est resté à l'époque où il existait un cloaque génito-urinaire séparé de l'intestin et composé des voies génitales et urinaires. Nous avons rencontré cette phase à une époque très primitive de

la vie embryonnaire, vers deux mois chez l'homme. C'est cette disposition qu'on a appelée hermaphrodisme.

L'hypospadias est rare chez la femme. C'est la persistance chez elle du sinus uro-génital.

Si nous résumons rapidement les phénomènes embryogéniques, auxquels nous venons d'assister, nous aurons vu en résumé ce mode de développement.

Les organes génitaux internes précèdent toujours les organes génitaux externes. Passant des premières périodes embryonnaires de l'apparition première du cloaque, formation qui se produit dès le deuxième jour de la vie embryonnaire, chez le poulet, ce cloaque, au début, représente une cavité commune aux voies génitales urinaires et intestinales, de très bonne heure. Cette cavité cloacale commence à se diviser, déjà chez l'embryon de mouton de 8 millimètres de long, il y a séparation à un niveau assez élevé de l'intestin et du cloaque génito-urinaire. A cette époque, à la partie inférieure de l'embryon, ces différents organes s'ouvrent encore dans une cavité commune. Quand le même embryon atteint 1 centimètre de longueur, la séparation se fait un peu plus bas. Au niveau de l'extrémité caudale, il existe toujours une cavité cloacale commune, et, un peu plus haut, l'intestin est séparé du cloaque uro-génital. Mais dès que l'embryon atteint 12 millimètres, la séparation non seulement de l'intestin avec les voies génitales, mais des voies génitales avec les voies urinaires, commence à s'accuser à un niveau assez élevé. Sur un embryon de mouton de 2 centimètres dans les régions les plus inférieures, on voit l'intestin rejeté en arrière et le cloaque uro-génital en avant réunis par une gouttière. Bientôt se fait la séparation en intestin, système des voies urinaires, le cloaque génital au milieu et l'intestin très bien délimité en arrière. Pour se faire une idée exacte de l'état des organes génitaux à une époque avancée du développement, si l'on étudie une coupe longitudinale d'un embryon de 2 centimètres et demi, ce qui correspond à la sixième semaine, on trouve un cloaque très profond de 8 millimètres de profondeur et de 3 millimètres de diamètre, dans lequel les voies génitales et urinaires sont encore réunies, et s'ouvrait dans un cloaque commun ou se jette isolément en arrière ; quand l'embryon de mouton atteint 6 à 7 centimètres la séparation est complète.

L'urèthre continue à se former avec toutes ses parties, le verumontanum et la prostate et extérieurement, il ne reste plus comme trace du cloaque primitif, que la gouttière uréthrale encore ouverte dans sa partie externe. Sur la femelle se fait dans le développement une séparation progressive et parallèle des trois systèmes, qui se réunissent au cloaque commun. Les organes génitaux externes sont seulement un peu en retard sur le mâle à trois mois et demi époque où l'embryon femelle (voy. pl. II, fig. 17) a encore une fente uréthrale communiquant avec le vagin. C'est seulement à quatre mois que la séparation s'établit complètement.

EXPLICATION DES PLANCHES XIII A XVI.

PLANCHE I.

FIG. 1. Embryon de mouton de 1 centimètre de long du vertex au sacrum. — La coupe est faite à la partie inférieure du cloaque au niveau de la région où l'extrémité caudale se montre en avant.

a. Cloaque.
b. Canaux de Wolff.
c. Intestins.
d. Moelle de la région caudale avec la couche dorsale.

FIG. 2. Même embryon, coupe plus élevée.

a. Cloaque commun.
b. Intestins.
c. Canaux de Müller.
d. Corps de Wolff.

FIG. 3. Coupe à la partie inférieure d'un embryon de mouton de 12 millimètres de long (environ 12 jours).

a. Fente épithéliale du cloaque.
b. Conduits de Wolff.
c. Fente pleuro-péritonéale.
d. Canaux de Müller.
e. Corde dorsale.
f. Moelle.

FIG. 4. Coupe un peu plus élevée au-dessus de l'enfoncement cloacal, c'est la partie la plus large du cloaque. Cette coupe porte encore sur la région, où l'extrémité caudale reployée sur la face ventrale de l'embryon est coupée en travers d'une gouttière, tapissée d'épithélium, qui part de la dépression caudale pour rejoindre l'intestin.

a. Cloaque.
b. Gouttière du cloaque à l'intestin.
c. Conduits de Wolff.
d. Fente pleuro-péritonéale.

e. Corde dorsale.
f. Moelle.

Fig. 5. La coupe porte encore sur l'extrémité caudale où une cavité large, en forme de T renversé, représente le cloaque génito-urinaire; à ce niveau l'intestin commence à s'isoler en arrière.

a. Cloaque génito-urinaire.
b. Intestin.
c. Corps et conduits de Wolff.
d. Cavité péritonéale.

Fig. 6. L'intestin est complètement isolé dans la cavité péritonéale et séparé du cloaque génito-urinaire, qui forme une cavité rectangulaire sur la face ventrale de l'embryon.

a. Cloaque génito-urinaire.
b. Intestin avec un commencement de mésentère.
c. Cavité péritonéale.
d. Corps et conduits de Wolff.
f. Corde dorsale.
g. Moelle.

Fig. 7. Coupes d'un embryon de mouton femelle de 2 centimètres de longueur.

a. Cloaque.
b. Intestins.
c. Fente pleuro-péritonéale et corps et conduits de Wolff.
e. Corde dorsale.
f. Moelle.

Fig. 8. L'intestin et le cloaque uro-génital sont réunis dans une même gouttière par une fente longitudinale tapissée d'une couche d'épithélium épidermique.

a. Cloaque génito-urinaire.
b. Intestin.
c. Bouchon épithélial épidermique oblitérant le cloaque génital.
d. Gouttière génitale.

Fig. 9. Les deux parties sont séparées, intestin et cloaque uro-génital; mais la gouttière persiste encore.

a. Cloaque génital.
c. Intestin.
d. Gouttière génitale.

Planche II.

Fig. 10. Le même embryon de 2 centimètres de longueur, coupé en travers au-dessous de la symphyse du pubis. A ce niveau, l'intestin, le cloaque génital et le canal urinaire sont séparés.

a. Clitoris avec gouttière uréthrale.
b. Cloaque génital destiné à devenir la vulve.
c. Intestin.
d. Colonne vertébrale.

Fig. 11. Le même embryon au niveau de la symphyse pubienne.

a. Intestin.
b. Canaux de Müller.
c. Uretère.
d. Vessie.
e. Symphyse du pubis.
f. Clitoris.
g. Gouttière uréthrale.

(Voir le prolongement en arrière jusqu'à l'ouverture anale sur les fig. 8 et 9 de la planche I.)

Fig. 12. Le même embryon au niveau de la jonction des canaux de Müller. Un peu plus tard ils s'ouvriront dans le cloaque.

a. Cloaque génital ou vulve.
b. Canaux de Müller unis et prêts à s'aboucher avec le cloaque.
c. Intestin.
d. Cloison épithéliale représentant la membrane hymen.

Fig. 13. Le même embryon à un niveau un peu plus élevé que la coupe de la fig. 11. Un seul système anatomique renferme la vessie, les canaux de Wolff et les canaux de Müller.

a. Clitoris et gouttière génitale.
b. Vessie.
c. Canaux de Wolff.
d. Canaux de Müller.
e. Cavité péritonéale.
f. Intestin.
g. Symphyse pubienne.

Fig. 14. Coupe d'un embryon de 3 centimètres 1/2.

La figure 14 correspond au niveau de la vessie.

a. Vessie.
b. Uretère.
c. Intestin.
d. Canaux de Müller.

Fig. 15. Coupe du même embryon à un niveau un peu plus élevé.

a. Vessie.
b. Corps et conduits de Wolff.
c. Canaux de Müller.
d. Intestin.
e. Cavité péritonéale.

Fig. 16. Embryon de mouton de 5 millimètres de longueur. L'éminence génitale n'est pas encore formée. A cette époque, le cloaque est encore largement ouvert, c'est-à-dire qu'il présente une cavité; mais cette cavité est oblitérée encore par un amas d'épithélium épidermique.

a. Cloaque.
b. Cordon ombilical.
d. Racines du cordon ombilical.
c. Extrémité caudale.

Fig. 17. Embryon humain de six semaines, au moment où l'éminence génital commence à se former.

a. Éminence génitale formée de trois parties, une médiane et deux latérales.

b. Bourgeons du membre inférieur.

c. Extrémité caudale.

e. Bourgeons des membres supérieurs.

Planche III.

Fig. 18. Penis d'un embryon de mouton de 2 centimètres de long. Il est déjà très avancé dans son développement.

a. Renflement correspondant au gland. Ce renflement provient du développement de la partie médiane de l'éminence génitale. A la suite du gland, se forme le corps spongieux de l'urèthre.

b. Gouttière uréthrale.

c. Enfoncement profond répondant à l'ouverture du canal.

Fig. 19. Embryon de mouton femelle au même état de développement, que l'embryon humain de la figure 17.

a. Clitoris avec une légère fente à la partie inférieure.

b. Gouttière uréthrale.

c. Grandes lèvres.

d. Anus.

Fig. 20. Embryon de mouton de 12 millimètres de long.

a. Partie médiane de l'éminence génitale.

b. Partie latérale de l'éminence génitale.

c. Gouttière urèthrale.

d. Extrémité caudale.

e. Bourgeons des membres inférieurs.

Fig. 21. Embryon humain femelle de trois mois et demi.

Les deux grandes lèvres sont formées ; il y a clitoris proéminent et une gouttière uréthrale communiquant encore superficiellement avec le vagin. L'utérus de cet embryon avait déjà 5 millimètres de long ; le vagin 1 centimètre.

a. Clitoris.

b. Gouttière uréthrale.

c. Grandes lèvres.

d. Anus.

Embryon humain de 3 cent. 1/2.

a. Clitoris.

b. Gouttière uréthrale.

c. Extrémité caudale.

d. Bourgeons des membres inférieurs.

Fig. 23. Coupe longitudinale d'un embryon de mouton de 3 centimètres de longueur. La coupe passe par le plan diamétral antéro-postérieur.

A cette époque avancée du développement, il existe encore dans cette région un cloaque uro-génital.

a. Cloaque commun.
b. Penis.
c. Cloaque uro-génital.
d. Intestin.
e. Masse épithéliale fermant le cloaque uro-génital.

Fig. 24. Embryon de mouton mâle de 7 centimètres de longueur. Coupe au niveau de l'urèthre, au niveau du verumontanum. La muqueuse de l'urèthre est très développée. Du côté de l'intestin, il y a une muqueuse épaisse déjà de 2 millimètres et une couche musculaire très bien dessinée.
a. Intestin.
b. Utricule prostatique.
c. Canaux éjaculateurs en arrière de la prostate.
d. Coupe du canal de l'urèthre.
e. Canaux éjaculateurs au niveau du verumontanum.
f. Saillie du verumontanum.

Fig. 25. Coupe du même embryon sur un niveau moins élevé.
a. Canal de l'urèthre coupé en travers. On voit à ce niveau que les parois du canal de l'urèthre ont une grande épaisseur, environ 1 millimètre.
b. Canaux éjaculateurs.
c. Cavité péritonéale.
d. Intestin.

Fig. 26. Embryon de mouton de 5 centimètres de longueur, coupe au niveau de la vessie.
a. Vessie.
b. Uretères.
c. Canaux de Müller.
d. Conduits de Wolff.
e. Intestin.

Planche IV.

Fig. 27. Coupe de l'urèthre d'un embryon de mouton mâle de 7 centimètres de longueur.
a. Coupe de l'urèthre.
b. Utricule prostatique.
c. Canaux éjaculateurs.

Fig. 28. Embryon humain de 35 millimètres de long, environ deux mois et demi.
Sur ces préparations on voit le développement de l'urèthre et de la prostate. Coupe au niveau de l'éminence génitale. L'ensemble constitue le penis.
a. Correspond au gland et au corps spongieux de l'urèthre. On voit déjà le tissu érectile se former.
b. Gouttière uréthrale.
c. Saillies du corps caverneux avec un tissu érectile.
d. Glandes bulbo-uréthrales.
e. Tissu spongieux de l'hurèthre.
f. Anus.

Fig. 29. *a*. Glandes et corps spongieux de l'urèthre.

b. Tissu érectile des corps caverneux.
c. Gouttière uréthrale.
d. Anus.

Fig. 30. Embryon de mouton de 16 millimètres de longueur, c'est-à-dire âgé d'environ trois semaines, présentant déjà un début de la glande prostatique.
a b. Culs-de-sac prostatiques.
c. Intestin.

Fig. 31. Embryon de porc de 5 centimètres de long, montrant la disposition de l'urèthre avec la prostate.
a. Muqueuse de l'urèthre.
b. Couche musculaire de la muqueuse.
c. Culs-de-sac prostatiques.
d. Couche musculaire de la prostate et enveloppe musculaire du canal de l'urèthre.

Fig. 32. Coupe de la prostate sur l'embryon humain de deux mois et demi des figures 29 et 28.
a. Coupe de l'urèthre.
b. Système des canaux éjaculateurs et de l'utérus mâle.
c. Canaux éjaculateurs.
d. Prostate avec des culs-de-sac bien délimités, une trame musculaire et des vaisseaux très volumineux.
e. Intestin.
f. Utérus mâle.

Le Propriétaire-gérant : Félix ALCAN.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

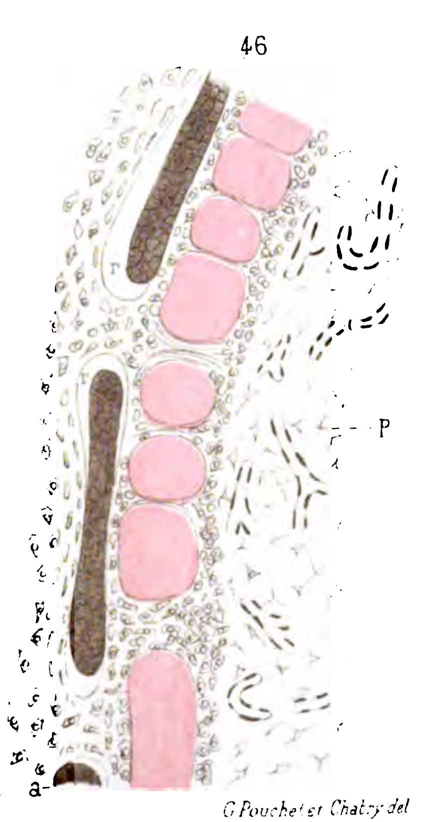


Nicolet, lith.

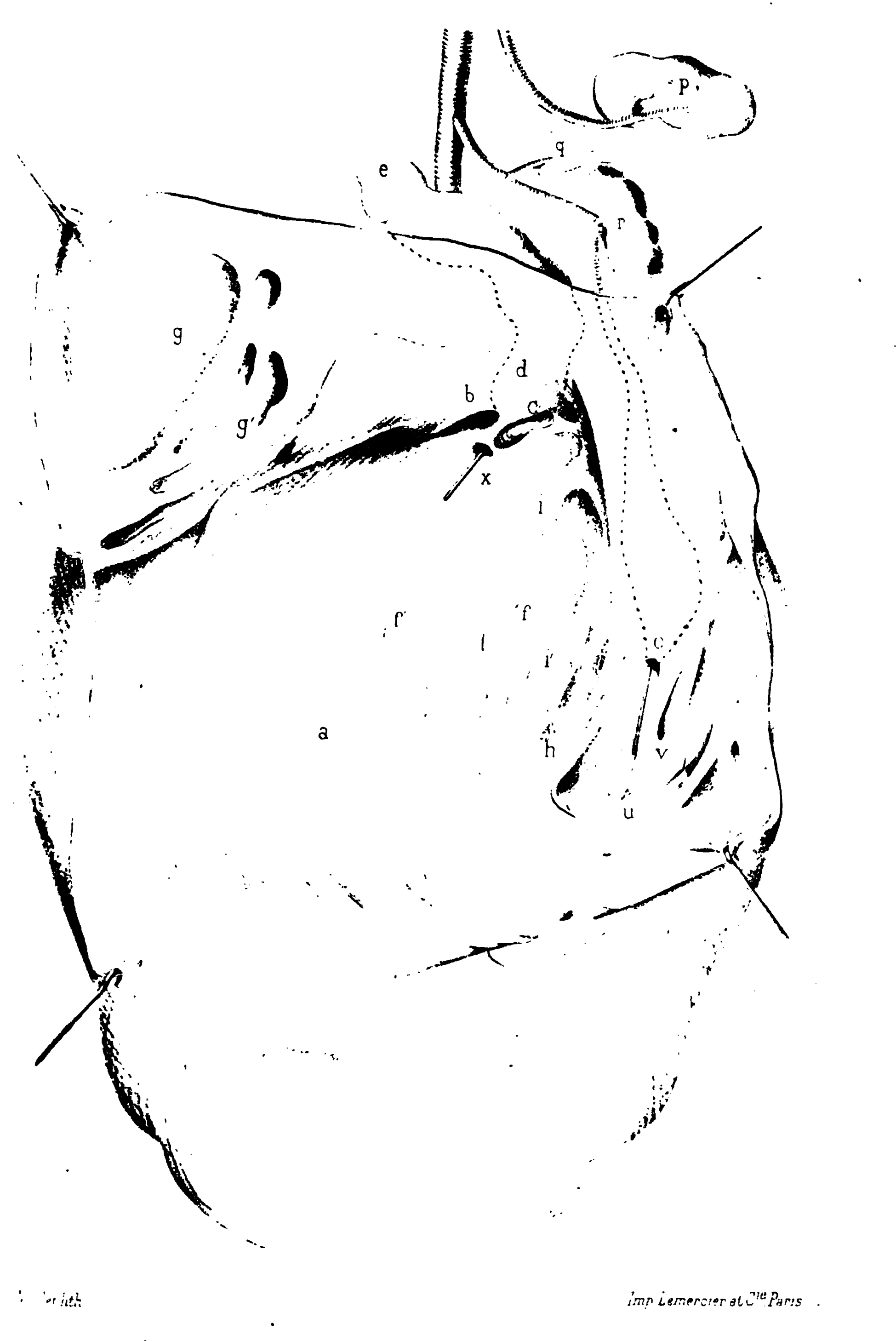
G. Pouchet et Chabry, del.

41

46



G Pouchet et Chatry del

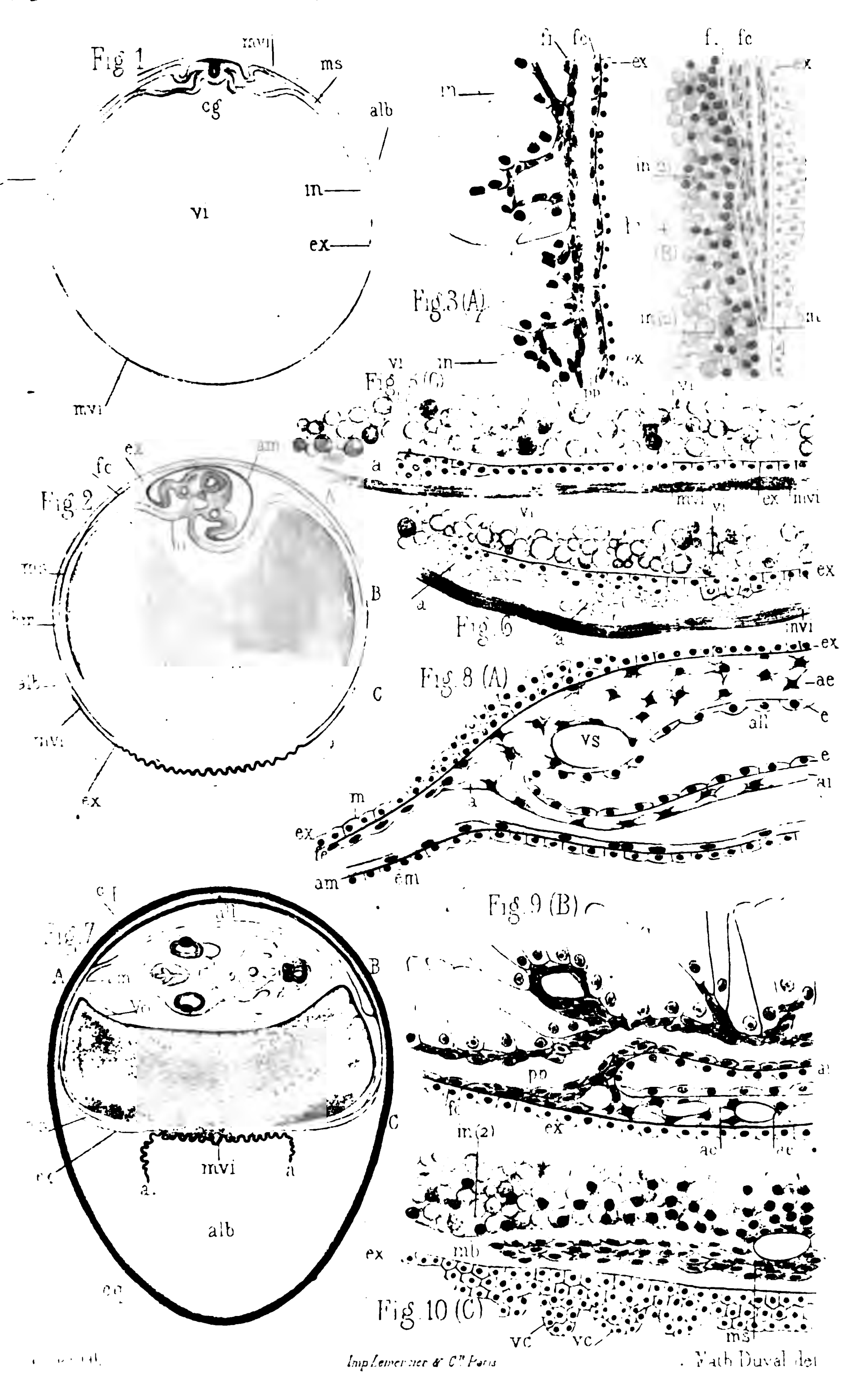


...er lith.

Imp Lemercier et Cie Paris

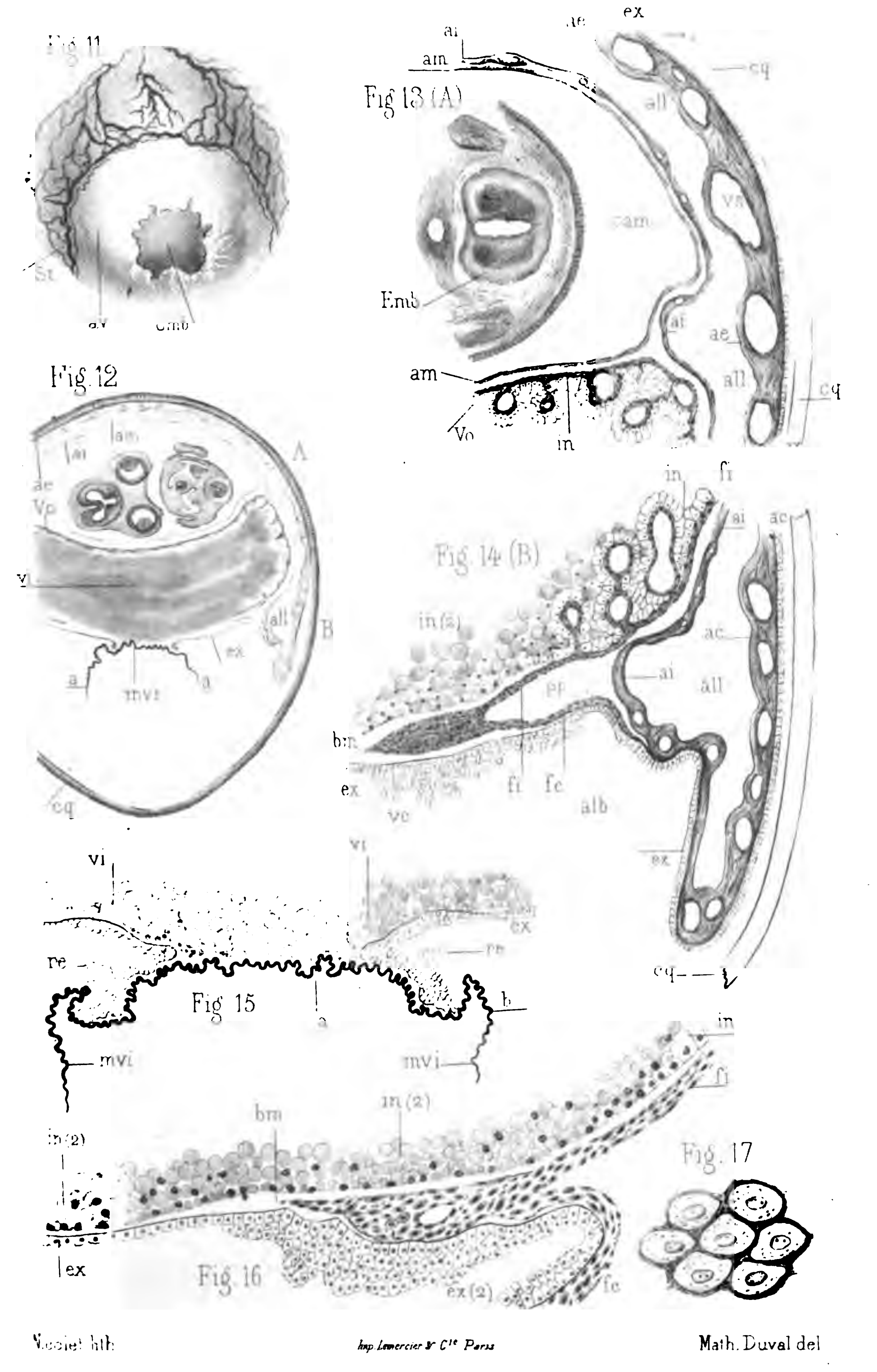
Fœtus monstrueux

Félix Alcan Editeur Paris



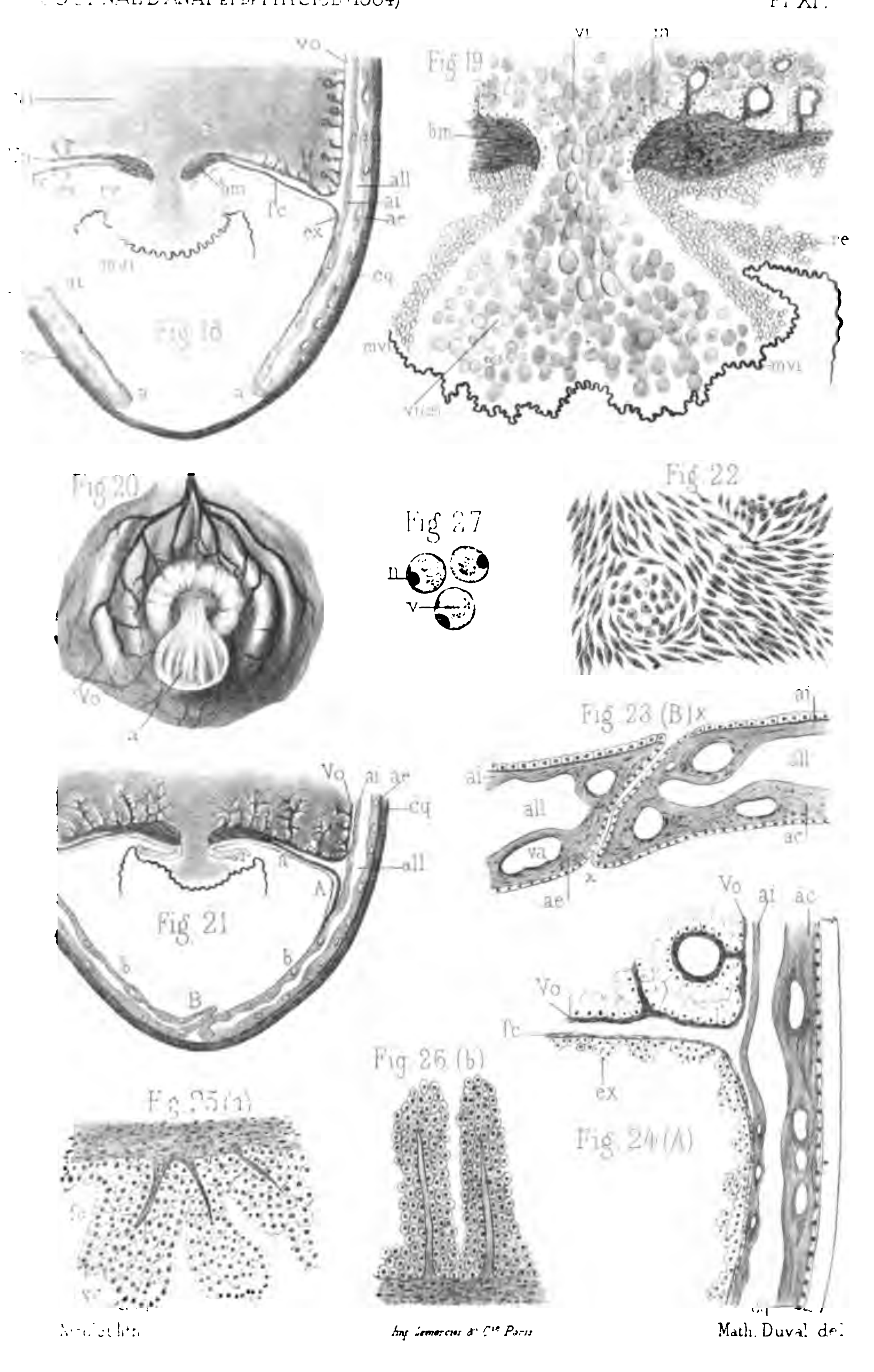
Imp Lemercier & Cie Paris
Math Duval del

Placenta des Rongeurs (Pl. II)



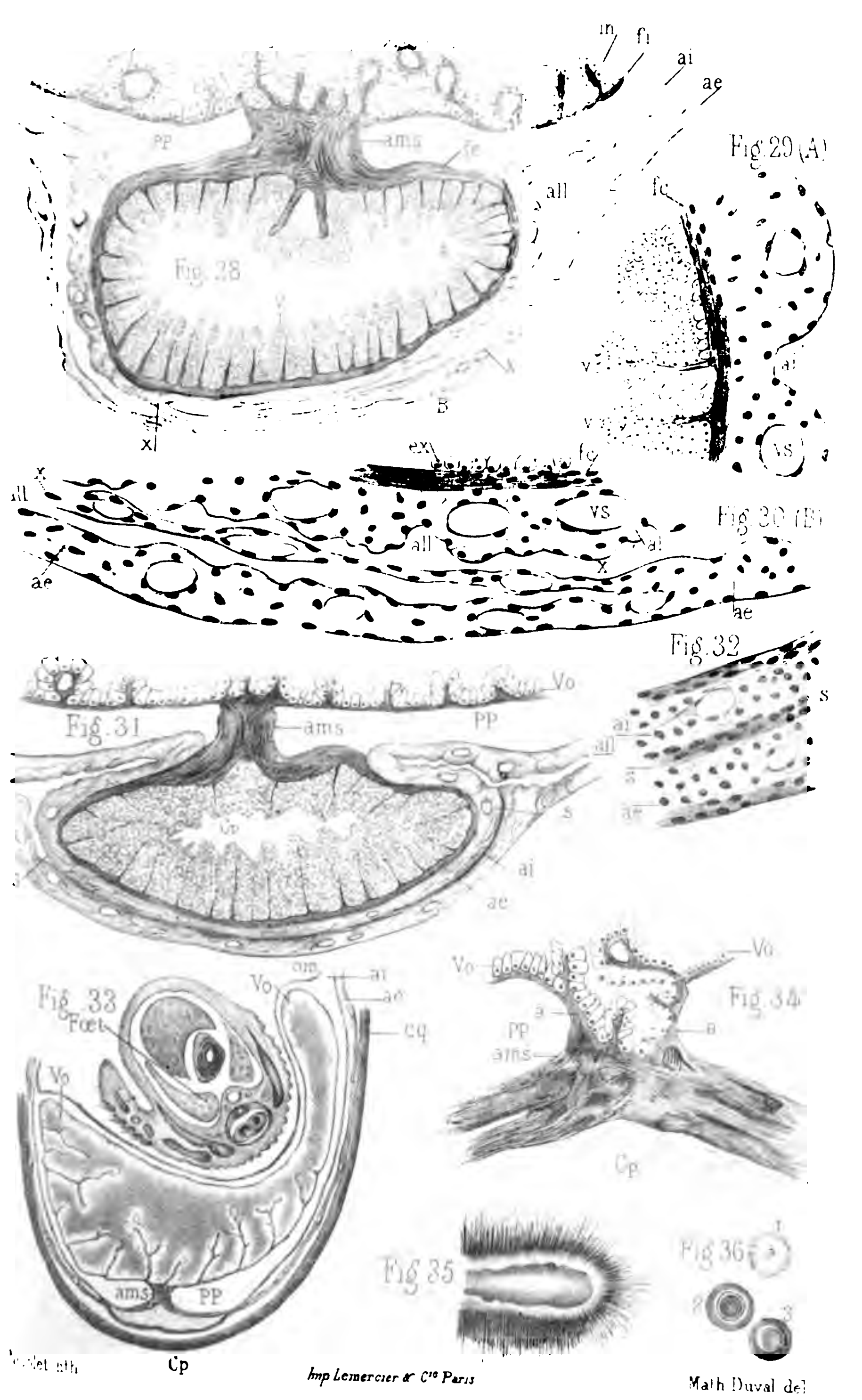
Nicolet lith. Imp. Lemercier & Cie Paris Math. Duval del

Placenta des Oiseaux (Pl. II)



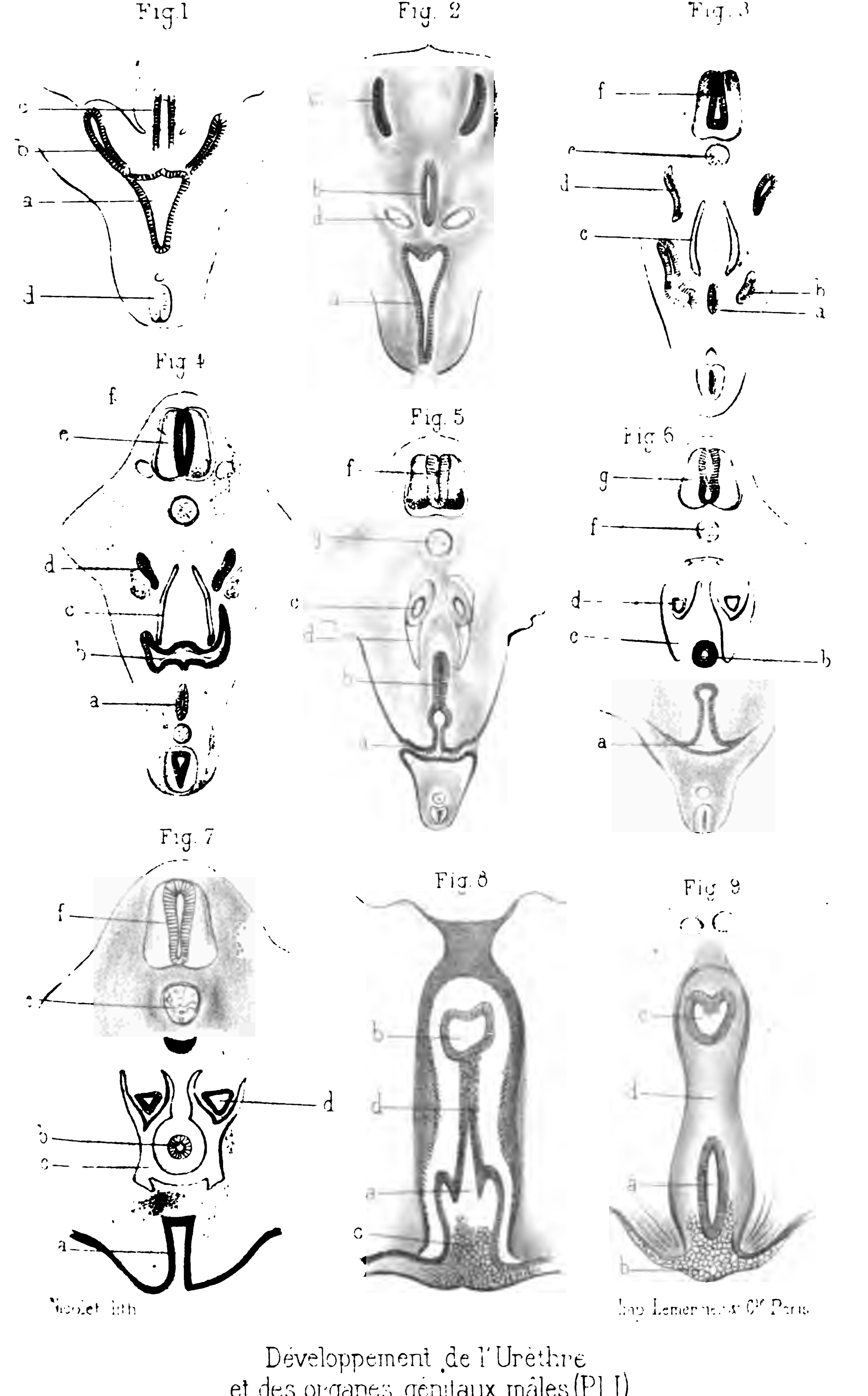
Imp. Lemercier & Cie Paris
Math. Duval del.

Placenta des Oiseaux (Pl. III)

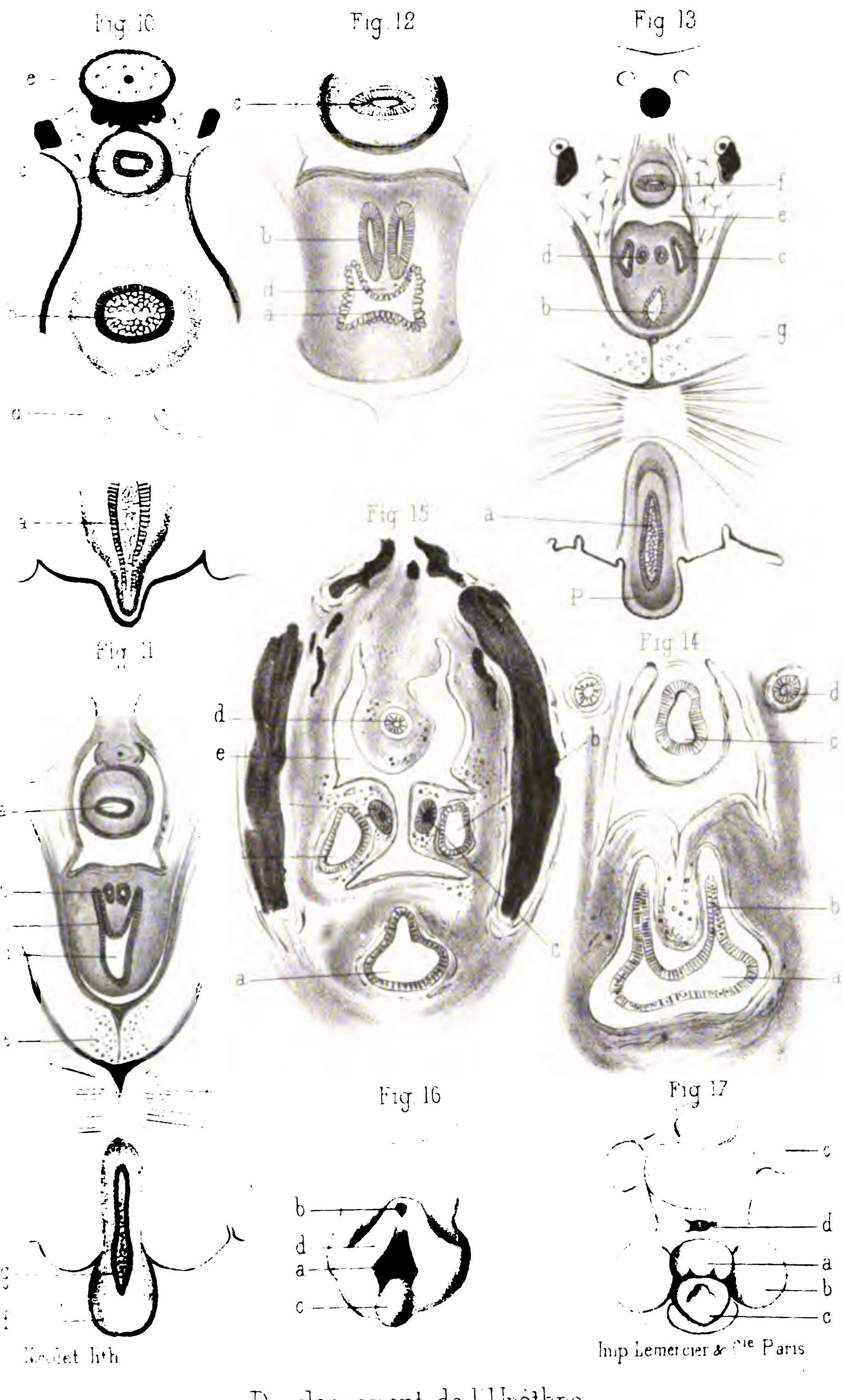


Imp Lemercier & Cie Paris

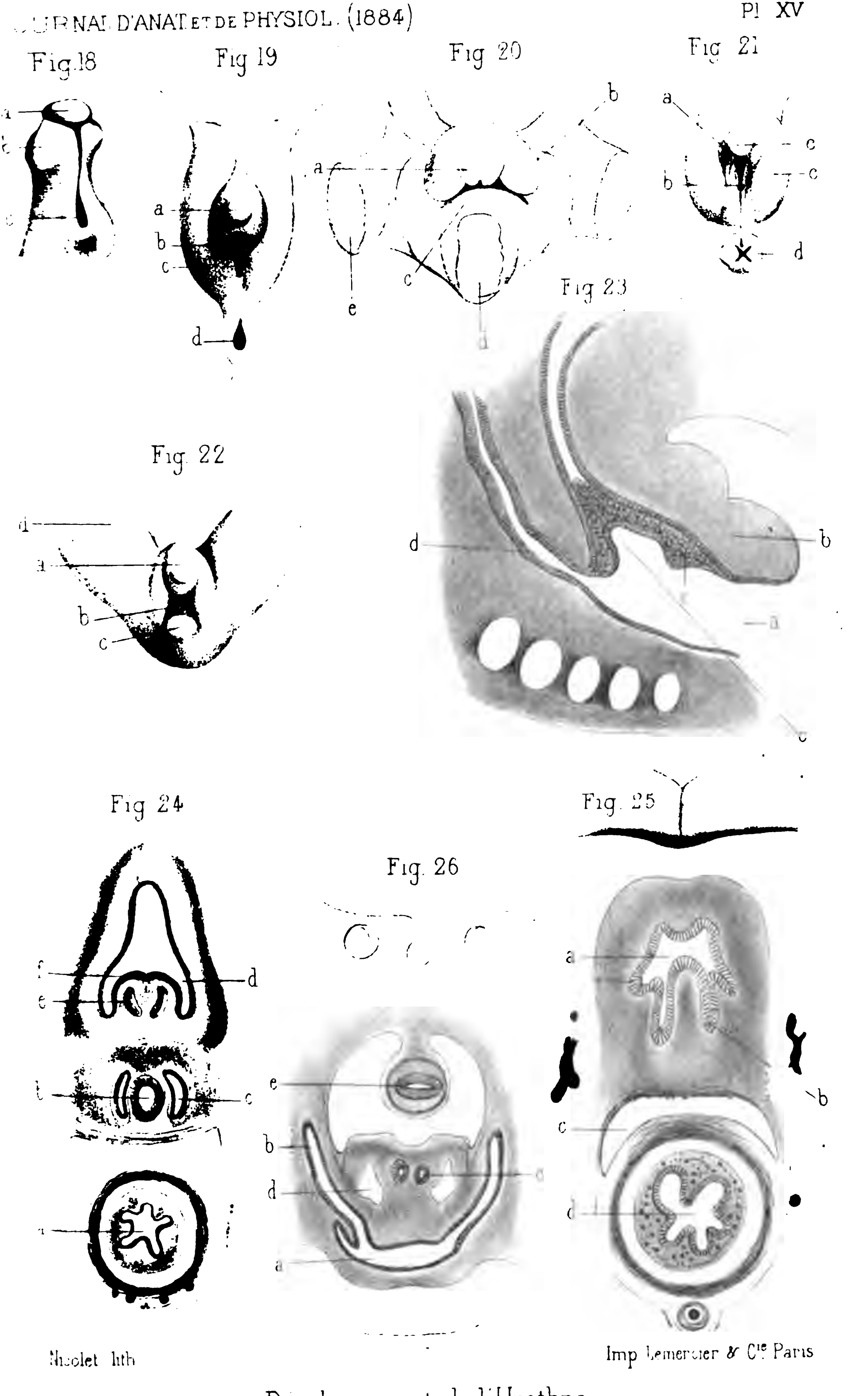
Placenta des Oiseaux (Pl. IV)

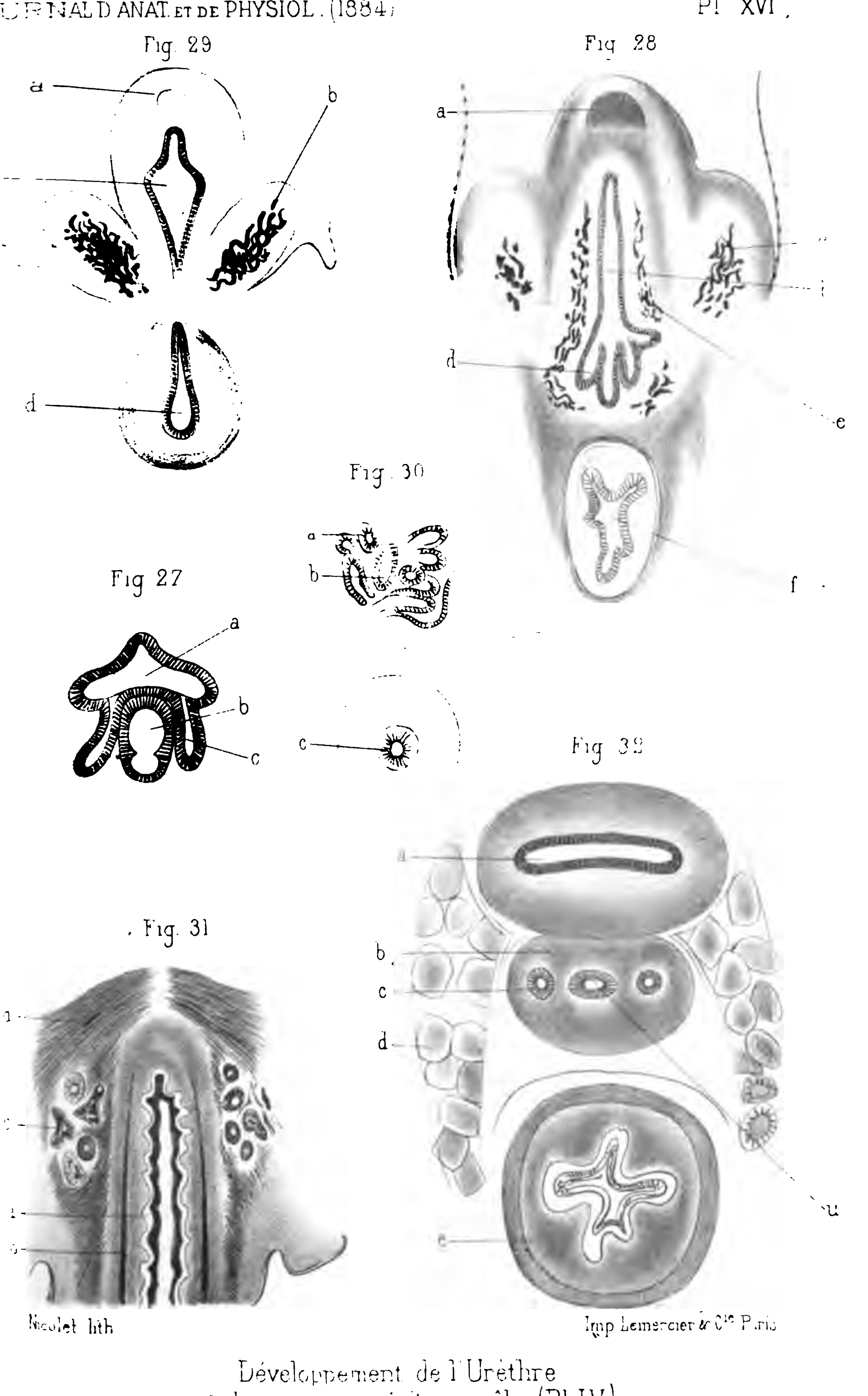


Développement de l'Urèthre
et des organes génitaux mâles (Pl. I)



Developpement de l'Urèthre


JOURNAL D'ANAT. ET DE PHYSIOL. (1884)
Pl XV
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
a
b
c
d
e
f
Nicolet lith
Imp. Lemercier & Cie Paris



Développement de l'Urèthre

DES FORMES NOUVELLES
DE
TERMINAISONS NERVEUSES
DANS LA PEAU DES MAMMIFÈRES

Par le Dr GEORGE HOGGAN (de Londres) (1)

(PLANCHES XVII ET XVIII.)

Dans le numéro de ce journal pour juillet-août 1883, à la page 377, nous avons publié un mémoire intitulé : *Étude sur les terminaisons nerveuses dans la peau*, dont le présent mémoire peut être considéré comme un développement ultérieur et une suite. On se rappellera que le premier travail avait surtout pour but de tracer les homologies des diverses terminaisons des nerfs cutanés, aussi loin qu'on pouvait jusqu'alors les suivre. Les éléments nouveaux que je vais décrire seront d'une grande utilité, et serviront à appuyer mes recherches dans cette direction, puisque ce sont, pour ainsi dire, des formes intermédiaires entre des formes déjà connues, et qu'elles indiquent, d'une manière très évidente, un certain ordre de développement qui peut également s'appliquer à quelques-unes des formes déjà connues.

Depuis la publication de mon dernier mémoire, j'ai poussé plus loin le même genre de recherches dans l'anatomie comparée des terminaisons nerveuses de la peau dans différentes classes de mammifères. Le travail auquel je me suis livré ne m'a point valu des succès qui soient en rapport avec mes labeurs, puisqu'il existe une monotonie étonnante dans la forme des terminaisons nerveuses dans la même classe, et que les différences que l'on trouve d'une classe à une autre sont peu considérables. Toutefois, j'ai rencontré par un heureux hasard un animal qui offre trois formes nouvelles, dont deux sont cons-

(1) Traduit par Dr Frances-Elisabeth Hoggan.

truites sur un plan différent de celui qu'on observe chez les formes déjà connues. Cette trouvaille paraîtra d'autant plus intéressante aux anatomistes et à tous ceux qui étudient les progrès de l'évolution et les variations de formes correspondantes, qu'il s'agit d'une bête ayant des habitudes singulières et bien tranchées, auxquelles on pourra peut-être plus tard rapporter la conformation particulière des organes terminaux du système nerveux dans la peau.

Le seul animal chez lequel j'ai trouvé jusqu'ici ces nouvelles formes de terminaison est le Raton laveur (*Procyon lotor*). L'habitude remarquable qu'il a de tremper chaque morceau dans l'eau avant de le manger, lui a valu ce nom de *laveur*, et elle doit toujours être présente à l'esprit dans les recherches futures qu'on ne manquera pas de faire, dans le but d'étudier ces formes, qui doivent presque certainement exister chez d'autres animaux, proches parents du *Procyon lotor*.

La méthode de préparation que j'emploie est une combinaison des méthodes recommandées par plusieurs histologistes, et j'en varie autant que possible tous les procédés, afin de m'assurer quelques préparations réussies avec un réactif aussi variable dans ses effets que l'est la solution d'or. Si je voulais énumérer tout au long les procédés dont je me sers, je remplirais tout un mémoire; je me bornerai donc aux indications suivantes. Dans tous les cas je traite les fragments de tissu enlevés (d'après la recommandation de Ranvier) par du jus de citron que l'on vient d'exprimer, et je les y laisse pendant une demi-heure. Ensuite je les mets dans une solution d'or, où je les laisse séjourner une heure; puis je les plonge dans de l'eau acidulée par l'acide acétique, et je les y laisse pendant huit jours.

Comme cependant on peut sur une vingtaine de fragments enlevés en même temps au même animal, et placés dans des conditions identiques, c'est-à-dire mis dans le même jus de citron, la même solution d'or, et la même eau acidulée, pendant les mêmes périodes de temps, n'en réussir parfois qu'un seul et manquer tous les autres, je prépare, afin de multiplier mes chances de succès, un très grand nombre de morceaux de peau enlevés à des périodes qui varient de une à dix heures après la mort de l'animal, et j'emploie des solutions de chlorure

simple ou combiné avec la soude ou la potasse. Je prends comme solution normale celle à 1/200, mais j'en varie les proportions à volonté dans les différentes soucoupes où je mets les fragments, et je varie également la durée du séjour dans les solutions d'or de vingt minutes à trois heures. Enfin je fais varier toutes les conditions auxquelles je soumets mes préparations autant que possible.

Les formes dont je vais faire la description sont au nombre de trois. J'ai éprouvé d'abord de la difficulté à leur trouver des noms, puisque des désignations nouvelles ont été multipliées d'une façon injustifiable, dès que l'on rencontrait la particularité la plus insignifiante de siège ou de forme dans un organe déjà nommé. M. Krause, par, exemple, cet éminent histologiste, qui étudie depuis si longtemps les terminaisons nerveuses, énumère dans son mémoire (qui résume tout ce qui avait été fait jusque-là), publié dans l'*Archiv für mikrospische Anatomie* en 1881, plus de dix noms qui avaient été donnés en Allemagne à une seule et même chose, le corps de Vater ou de Pacini. En ceci je me trouve d'accord avec lui, malgré la protestation subséquente de M. le professeur Merkel. En second lieu, je condamne absolument l'habitude qu'on a prise de donner des noms basés sur des fonctions physiologiques spéciales à des parties qui se trouveront peut-être plus tard n'avoir point la fonction qu'on leur prêtait. J'en prends à témoin les corpuscules du tact de Meissner et les cellules tactiles de Merkel, qui n'ont probablement ni les unes ni les autres aucun rapport avec le tact. A ce sujet, je vais formuler ici mon opinion, tant à l'égard des formes nouvelles que je vais décrire, qu'à l'égard des formes déjà connues des terminaisons nerveuses. Si je compare le matériel qui m'a servi pour une étude comparée des terminaisons nerveuses des mammifères, au matériel déjà publié par différents histologistes, je crois avoir approfondi la question autant que n'importe lequel d'entre eux. Tout ce que j'ai vu et étudié cependant, jusqu'à présent, justifie l'opinion que j'ai formulée, à savoir que nos connaissances ne nous permettent pas encore de rapporter à un organe terminal quelconque aucune fonction spéciale, à l'exception *peut-être* des terminaisons en fourchette sur les follicules pileux, lesquelles sont *probablement* tactiles. Nous n'avons pas le droit de dire que les sensations qui

ont été différenciées par les physiologistes, telles que le tact, la température, l'humidité, la pesanteur, etc., aient des représentants anatomiques spécialisés. Le milieu, et non les besoins physiologiques, peut avoir amené une différenciation de forme. Comme je l'ai déjà démontré dans ce journal, ce sont le milieu et les habitudes qui déterminent la formation de l'organe reconnu pour tactile (organe d'Eimer) au groin de la taupe, et celle des fibres nerveuses intra-épidermiques en général. Par rapport donc à tout ce qui précède, je crois nécessaire de donner aux trois formes dont je vais faire la description des noms distinctifs, qui tout en n'ayant aucune signification anatomique spéciale, empêcheront qu'on ne leur donne des noms physiologiques erronés. J'appelle le premier de ces éléments (fig. 1 à 11) corpuscule de Browne, en l'honneur de la dame généreuse à laquelle on doit la fondation d'un poste biologique.

La seconde forme (fig. 16 à 22), a reçu le nom de corpuscule de Hoggan, en l'honneur de ma femme et collaboratrice (fig. 26 à 28). J'appelle la troisième (fig. 26 à 28) corpuscule de Blackwell, en l'honneur de notre confrère et amie, D[r] Élisabeth Blackwell.

Ceux qui connaissent les recherches sur les terminaisons nerveuses que j'ai déjà publiées, comme par exemple celles qui ont paru l'année dernière dans ce journal ou dans le *Journal of the Linnæan Society*, vol. XVI, p. 546, comprendront que mes descriptions tendent à prouver, non pas que ces formes nouvelles diffèrent entièrement des formes existantes, mais qu'au contraire elles leur sont intimement unies. Partisan convaincu de l'évolution des divers éléments d'un seul type primitif, je ne cherche qu'à ajouter des chaînons à la chaîne qui nous donnera lorsqu'elle sera complète, une conception de la forme originelle, telle qu'elle est sortie des mains de la nature.

Les formes déjà connues des éléments terminaux, parmi lesquels je dois trouver une place à mes trois formes nouvelles, peuvent être ainsi énumérées.

1° Les fibres nerveuses sans myéline existant partout à la périphérie du système nerveux, et formant dans la peau le plexus sous-épidermique (*n*, fig. 1, 3, 5 et 6) distribué aux vaisseaux sanguins *v*. Les nerfs intra-épidermiques sont des rameaux

de ce plexus, qui se sont cassés et engagés au milieu des cellules épidermiques.

2° Les corps appelés corpuscules du tact ou de Meissner (fig. 11, 12 et 13) qu'on rencontre uniquement aux surfaces palmaires et plantaires de l'homme, des singes et des marsupiaux. Elles sont essentiellement constituées par une agrégation de cellules nerveuses formant un ganglion (fig. 13) et reliées ensemble par des nerfs sans myéline *n*, tandis que des nerfs à myéline *m* les relient aux grands centres nerveux.

3° Les terminaisons en fourchette (fig. 14) que l'on trouve sur les follicules des poils ordinaires, et relativement en moins grande quantité sur ceux des moustaches ou des poils tactiles (voy. fig. 6 dans notre dernier travail).

4° Les corpuscules de Pacini (p. 7, fig. 15, 24 et 25), en groupant sous ce nom tous les corps ayant reçu des noms divers énumérés par Krause, dont les uns et les autres sont caractérisés par l'existence d'une fibre nerveuse axile unique, entourée d'un nombre plus ou moins grand d'enveloppes lamellaires ou de capsules, *c e*.

5° Les cellules nerveuses éparses (voy. fig. 1, 2 et 4 de notre dernier travail) situées sur la couche inférieure de cellules épidermiques. Elles sont placées comme un ganglion périphérique de cellules nerveuses. Les cellules nerveuses situées sur les follicules des poils tactiles (voyez fig. 14 et 15, *loc. cit.*) en sont aussi un exemple frappant.

On peut dire que ces cinq formes résument tout ce que l'on sait sur les terminaisons nerveuses cutanées des mammifères, à l'exception des terminaisons nerveuses génitales. Il est vrai que d'autres formes ont été figurées dans les recherches récemment publiées par les histologistes les plus estimés, par ceux surtout qui n'ont pas employé l'or comme méthode de préparation ; mais ce sont, comme j'aurai plus tard l'occasion de le démontrer dans une série de recherches que je publierai, le résultat d'interprétations erronées. Souvent c'est un mince fascicule nerveux renfermant une demi-douzaine de fibres, qui a été coupé transversalement au point où l'une de ces fibrilles quitte le fascicule en formant avec lui un angle droit. On y voit un corps rond ou globuleux, où paraît se terminer une fibre nerveuse, et aussitôt on le décrit comme corpuscule tactile. De telles erreurs

abondent, et on les accepte facilement comme des vérités. Longworth nous en offre un exemple frappant dans son mémoire sur les terminaisons des nerfs de la conjonctive, où il fait passer l'objet en question pour un corps tactile. Dans la monographie excellente de Merkel, sur les terminaisons nerveuses, on rencontre également des formes fictives, telles que des corpuscules tactiles chez la taupe qui n'ont aucune ressemblance avec les corpuscules véritables (fig. 15).

Les cinq types que je viens d'énumérer comprennent donc toutes les formes déjà connues, et je chercherai maintenant à ranger mes formes nouvelles parmi les formes anciennes. Le corpuscule de Browne est intermédiaire entre les fibres sans myéline qui font suite aux nerfs à myéline, et les terminaisons en fourchette sur le follicule d'un poil ordinaire. Le corpuscule de Hoggan est intermédiaire entre une terminaison en fourchette sur un follicule pileux (fig. 14) et un corpuscule de Pacini. Le corpuscule de Blackwell (fig. 26, 27 et 28) est intermédiaire entre les cellules éparses des ganglions nerveux sous-épidermiques (fig. 1 et 4, loc. cit.) et le corpuscule de Meissner (fig. 13) jeune.

Il serait intéressant de déterminer si les habitudes du *Procyon lotor* ont été pour quelque chose dans le développement ou dans la conformation particulière de ses terminaisons nerveuses, ou s'il y a, au contraire, une raison anatomique qui ait déterminé ces habitudes. Ceux qui peuvent observer cet animal dans les ménageries constatent qu'il a les pattes toujours humides à force de les mettre sans cesse dans l'eau qu'on lui fournit. Il est à noter que jamais je n'ai trouvé, dans les coupes que j'ai faites du tégument, de glandes sudoripares chez cet animal. Cette observation n'a peut-être pas une grande valeur, vu que mes fragments de tissu se composaient de la partie supérieure du derme voisine de l'épiderme, comme le nécessite la méthode de préparation à l'or, et il se peut qu'un examen plus étendu nous montre des glandes sudoripares nombreuses. J'ai cependant observé que, chez beaucoup d'animaux, et surtout chez les rongeurs, les terminaisons qui équivalent aux corpuscules de Browne et de Hoggan, ne se rencontrent qu'au voisinage immédiat des orifices de glandes sudoripares relativement énormes. Que les terminaisons nerveuses soient dans un rapport quel-

conque avec ces énormes glandes sudoripares, cela n'est pas douteux, et l'absence relative, sinon absolue, de ces glandes au voisinage des terminaisons nerveuses du *Procyon lotor*, mérite au moins d'être notée. Il paraît probable, d'après les immenses sinus ou réservoirs veineux qu'on rencontre tout près des bourgeons du goût, que l'humidité modifie d'une façon ou d'une autre la fonction des terminaisons nerveuses, et la présence de ces énormes glandes sudoripares indique peut-être une relation semblable avec la sensation tactile. Il est donc possible que plus tard l'on trouve des raisons pour rattacher l'habitude acquise par l'animal en question de s'humecter sans cesse les pattes, à l'absence des conditions d'humidité fournies d'ordinaire par les glandes sudoripares, et que l'on constate que ces habitudes ont amené des modifications secondaires dans la forme des terminaisons nerveuses que j'ai étudiées.

Il sera intéressant de constater plus tard l'étendue de ces terminaisons ou de leurs équivalents dans le règne animal. Parmi les carnivores ce sont les ours qui sont les plus proches parents du *Procyon lotor*. J'ai eu l'occasion d'examiner les pattes de l'ours de l'Himalaya (*Ursus tibetana*), mais les préparations à l'or n'étaient pas assez bien réussies pour fournir des indications précises sur l'existence d'un équivalent du corpuscule de Browne, quoique certaines apparences en fissent présumer la présence. Il est certain cependant que, bien que la plupart des corpuscules de Pacini ne possèdent qu'une seule fibre axile, j'en ai trouvé plusieurs qui avaient deux fibres. Autour de ces fibres nerveuses les enveloppes capsulaires avaient une disposition particulière (fig. 23); on dirait que chaque fibre terminale a reçu d'abord une enveloppe spéciale, mais que, plus tard, les deux fibres ont été entourées des mêmes enveloppes générales. Cette phase paraît être intermédiaire entre le corpuscule de Pacini ordinaire à une seule fibre axile et le corpuscule de Hoggan que j'ai trouvé chez le *Procyon lotor*. Je n'ai rien vu chez l'ours qui rappelât le type du corpuscule de Blackwell, à cause de la pigmentation noire foncée de l'épiderme de cette partie du corps. Cette pigmentation est aussi un obstacle à la recherche du corpuscule de Browne. Si, comme je suis disposé à le croire, le corpuscule de Hoggan n'est qu'une forme plus développée du corpuscule de

Browne, la découverte de ce qui est, à proprement parler, un corpuscule de Hoggan chez l'ours (fig. 23), y ferait supposer aussi l'existence de corpuscules de Browne. Je les chercherai donc avec soin toutes les fois que l'occasion se présentera à l'avenir.

Un autre proche parent du *Procyon lotor* est le Coati (*Nasua rufa*), que j'ai eu également l'occasion d'examiner. Parmi un grand nombre de corpuscules de Pacini, de la même grandeur et occupant la même position que chez le *Procyon lotor* et chez l'ours, il n'y en avait pas un seul qui possédât plus d'une fibre axile. Je n'espère donc pas trouver chez le Coati l'équivalent du corpuscule de Browne. Dans bien des cas, cependant, j'ai rencontré deux corpuscules de Pacini (fig. 25) sur la même fibre nerveuse, qui s'était divisée au delà du point où la gaîne de myéline l'avait abandonnée, et non, par conséquent, à l'étranglement annulaire qui indique la terminaison d'un segment inter-annulaire, point où la division a le plus souvent lieu. Ainsi donc, si l'on doit regarder la séparation d'un nerf du plexus sous-épidermique comme le premier pas vers la formation d'un corps de Pacini ou d'un corps de Hoggan, alors on devra dire que le corpuscule que j'ai rencontré chez le Coati est encore plus éloigné du corpuscule de Hoggan, type que l'on rencontre chez le *Procyon lotor*, que n'est celui que l'on rencontre chez les ours.

La particularité la plus frappante du corpuscule que l'on trouve chez le Coati, c'est l'épaisseur relative de la fibre axile à proximité de sa terminaison dans le corpuscule (fig. 24 et 25). Cette particularité est si bien marquée que l'on pourrait, sans beaucoup de peine, différencier des préparations provenant du Coati de celles provenant d'une vingtaine d'autres espèces qui possèdent des corpuscules de Pacini.

Un autre point intéressant qu'on ne doit point oublier, c'est que, quoique le Coati ressemble beaucoup au *Procyon lotor*, dont il est le parent le plus proche, toutefois il n'a pas l'habitude d'avoir toujours les pattes dans l'eau comme le *Procyon lotor*. On peut donc s'attendre à ce que ses terminaisons nerveuses ne soient pas modifiées de la même manière, en supposant toujours que ces modifications sont dues, comme je le pense, à cette habitude particulière du *Procyon lotor*.

I. — Le corpuscule de Browne.

Les homologies de cette forme de terminaison nerveuse sont un peu difficiles à établir. Située au sommet ou près du sommet des papilles dermiques, elle paraît y occuper la position du corpuscule de Meissner, mais c'est là tout ce qu'ils semblent avoir en commun. Tandis que celui-ci consiste primitivement en cellules nerveuses qui sont très évidentes à une époque peu avancée de la vie (fig. 13), le corpuscule de Browne, du moins chez le sujet adulte qui m'a fourni mes préparations, ne montrait aucune disposition semblable, quoiqu'il eût, de même que toute autre forme de terminaison nerveuse, son origine dans des cellules spéciales. Le corpuscule de Browne me paraît, si je puis m'exprimer ainsi, s'être développé d'une manière secondaire, aux dépens du plexus des nerfs sans myéline situés immédiatement au-dessous de l'épiderme ; ces nerfs sont des fibrilles intra-épidermiques, séparées d'une manière purement mécanique, et ce phénomène de division fait peut-être partie du même processus qui amène la formation des corps dont il s'agit en ce moment. Si l'on se figure un nerf sans myéline se rendant à ce plexus, et qu'au delà du point de jonction et de la division du cylindre-axe en deux ou en trois fibres, ces fibres se cassent et se raccourcissent, alors la fourchette à deux ou à trois branches plus ou moins irrégulières nous donne une idée de ces terminaisons qui est non seulement morpholiquement correcte, mais qui est correcte aussi, selon toute probabilité, au point de vue du développement. J'ai déjà démontré dans ce Journal, d'une manière très évidente, que de telles cassures du plexus sous-épidermique ont fréquemment lieu, et que même le cylindre-axe, relativement très gros, se raccourcit après s'être cassé, grossit, et a une tendance à devenir plus ou moins spiral.

Dans les terminaisons de Browne on a un nerf à myéline qui conserve sa gaîne médullaire jusqu'après son entrée dans la papille. Vient ensuite une portion nue du cylindre-axe, qui se termine en fourchette terminale à deux ou à trois fourchons (fig. 1, etc.). Lorsque la fourchette est située près du sommet de la papille, on trouve les fourchons recourbés et faisant avec la fibre principale un angle droit, soit que cet arrangement ait été causé par pression ou qu'il soit dû à la position primitive de la

fibre avant la cassure. D'autres fois, lorsqu'elles sont plus près de la base de la papille, les fourchettes se trouvent droites dans l'axe de la fibre principale, et elles ressemblent alors aux terminaisons en fourchette sur les follicules des poils ordinaires (fig. 2, A.). Cette circonstance nous met en présence d'une question d'homologie fort intéressante, et ceux de mes lecteurs qui ont lu dans les mémoires déjà cités mes premières conceptions (appuyées de mes recherches subséquentes sur l'homologie entre les terminaisons en fourchette dans les follicules pileux et les corpuscules de Pacini, ou même de Meissner, saisiront toute l'importance qu'a pour cette question d'homologie le fait que je viens de citer. Ceux qui ont assisté à la dernière réunion de la *British Medical Association* à Liverpool, et qui se sont associés aux travaux de la section d'anatomie et de physiologie, se rappelleront que j'y ai montré des préparations microscopiques de ces terminaisons en fourchette qui étaient en train de se développer sur des poils. Je disais alors que celles-ci paraissaient être dans leurs formes les plus primitives des portions du plexus sous-épidermique de nerfs sans myéline, qui s'étaient cassées et raccourcies jusqu'à former ce qui représente dans des terminaisons pleinement développées les terminaisons périphériques des fourchettes. Cette conclusion, à laquelle j'étais arrivé indépendamment en étudiant les terminaisons en fourchette, est renforcée par ce que j'ai constaté dans les corpuscules de Browne ; et elle donne à mes observations sur ces éléments un intérêt tout spécial.

Sur la fig. 5 se trouvent deux papilles contiguës. Dans l'une, B, le nerf à myéline se voit faisant suite aux nerfs sans myéline qui accompagnent les vaisseaux sanguins, tandis que dans l'autre, A, la cassure paraît avoir eu lieu, et il en est résulté un très petit corpuscule de Browne. Sur les fig. 2 et 3 on voit aussi ce qui est évidemment une portion considérable des fibres du plexus, qui se sont raccourcies et qui sont devenues par conséquent plus grosses. Elles occupent cependant des positions exceptionnellement divergentes, comme si la cassure eût eu lieu pendant qu'elles longeaient le vaisseau sanguin de la papille.

J'insiste sur le fait, que dans les formes types du corpuscule de Browne, telles que je les montre sur fig. 2, 3 et 6, *il n'y*

a aucune trace de capsule enveloppante, et les terminaisons n'y apparaissent pas enfoncées dans une substance granuleuse. Ce sont là, à mon avis, les seules particularités qui distinguent les corpuscules de Browne de la seconde forme nouvelle ou corpuscules de Hoggan, dont je m'imagine que le corps de Browne n'est, morphologiquement au moins, qu'une forme plus primitive. Il existe, en effet, entre ces deux formes, plusieurs formes de transition que je n'ai pu ranger définitivement dans l'une ou dans l'autre catégorie. Ces formes de transition, telles, par exemple, que celles représentées dans les fig. 4 et 7, pourraient être décrites, soit comme des corpuscules de Browne enfoncés dans une substance granuleuse, soit comme des corpuscules de Hoggan sans capsules. A ce sujet, je dois dire que j'ai remarqué de petits amas de cellules, identiques en apparence aux cellules qui forment les capsules du corpuscule de Hoggan, et situés à proximité de corpuscules types de Browne (fig. 6 et 7), qui sont évidemment dépourvus de toute enveloppe. On pourrait, en effet, se demander si, étant accordé que ces amas de cellules ont quelque rapport avec les terminaisons nerveuses, il ne faudra pas les considérer comme des produits de dissociation de ce qui était jadis un corpuscule de Hoggan, plutôt que des éléments en train d'en former un, en entourant d'une capsule un corpuscule de Browne. Tout me fait cependant pencher vers la dernière hypothèse, car j'ai constaté autrefois, d'abord chez la taupe, et ensuite dans un nombre considérable d'espèces animales, que, lorsque les corpuscules de Pacini sont à proximité de l'épiderme, ils peuvent même se présenter sans une seule couche capsulaire, et que plus ils ont un siège profond dans le derme ou dans l'hypoderme, chez un individu ou chez une espèce, plus sont nombreuses les couches lamellaires dont ils s'entourent, et plus les corpuscules deviennent volumineux. Les pattes de la taupe et du chat représentent, à cet égard, les points extrêmes dans l'échelle du développement de ces corps.

Entre les corpuscules de Browne et ceux de Meissner, il y a peu d'analogie, à l'exception de la position qu'ils occupent; cependant à un âge avancé, lorsque la structure cellulaire n'est plus reconnaissable chez l'homme, les singes et les marsupiaux, et que le chlorure d'or n'indique plus le chemin traversé par les fibres à l'intérieur du corpuscule de Meissner, sous

forme d'arborisations foncées ou noires, on trouve alors que ces deux corps ont beaucoup de ressemblance. C'est là un point que l'on peut vérifier en comparant le corpuscule de Browne de la fig. 10 au corpuscule de Meissner, provenant d'un homme de 56 ans, dessiné fig. 11, et à celui provenant d'un vieux Kanguroo dessiné fig. 12.

Dans les corpuscules de Browne types, non seulement il est impossible de trouver, soit une capsule cellulaire enveloppante, soit une substance basale granuleuse différant de la substance gélatineuse ordinaire de la peau, mais la forme même de la terminaison, et la direction opposée dans laquelle ces corps sont situés par rapport l'un à l'autre (fig. 3 et fig. 2 B), excluent la possibilité d'une capsule qui les entoure. Parfois on peut voir deux ou même trois nerfs à myéline se rendant au même corpuscule de Browne (fig. 4, A) où les terminaisons en fourchette ou les arborisations s'enlacent de façon à faire clairement voir qu'elles ne forment qu'un seul corps, de même que l'on voit souvent deux nerfs à myéline, ou même davantage en rapport avec le même corpuscule de Meissner. Les corpuscules de Pacini ne présentent jamais rien de semblable, mais si, d'autre part, on examine avec soin cette figure, on y découvre la première phase de la formation d'une capsule cellulaire. Il me paraît donc difficile de classer ce corps, et si je l'ai rangé parmi les corpuscules de Browne, je l'ai fait parce que je n'ai jamais vu deux fibres à myéline se rendre à un corps qui appartînt au type du corpuscule de Pacini ou à celui du corpuscule de Hoggan.

Avant de quitter les corpuscules de Browne, je veux signaler l'apparence moniliforme des nerfs sans myéline (*n*) que l'on voit fig. 3 et 5. Ce phénomène qui est presque constant dans les nerfs intra-épidermiques, et qui me paraît être causé par la pression exercée par les cellules épidermiques sur les fibrilles qui passent entre elles, n'est présenté que rarement par les fibrilles nerveuses qui ont leur siège dans le derme.

II. — Le corpuscule de Hoggan.

Le point essentiel à se rappeler dans la définition de ce corps, c'est qu'il peut avoir deux, trois, ou même un plus grand nombre de fibres qui résultent de la division du cylindre-axe

primitif aussitôt après sa pénétration dans les enveloppes capsulaires. Dans toutes les formes connues jusqu'ici des corpuscules de Vater ou de Pacini, chez les mammifères, il n'existe qu'une seule fibre axile. W. Krause cite, il est vrai, un exemple d'après l'oie, dans lequel la fibre se divise en deux aussitôt, entrée dans la capsule, mais cet exemple paraît être tout à fait exceptionnel. Key et Retzius nous montrent aussi, dans leur admirable monographie sur ce sujet, un grand nombre d'exemples de corpuscules de Pacini qui se divisent à l'extrémité périphérique d'une seule fibre axile, pour former des arborisations nombreuses; mais ils ne nous montrent point de nerf subissant la bifurcation aussitôt entré dans les capsules. On peut en dire autant des observations publiées par Merkel et par d'autres, et enfin personne, que je le sache, n'a jamais rien observé qui ressemble à la terminaison du nerf dans le corpuscule de Hoggan.

Il est rare que le mode de bifurcation soit exactement pareil dans deux exemples. Elle a parfois lieu aussitôt après l'entrée du nerf dans la capsule, et il en résulte la formation de deux fibres d'une grandeur presque égale, qui restent parallèles l'une à l'autre dans la substance du corpuscule de Hoggan (fig. 19). Au lieu de maintenir leur parallélisme, les fibres peuvent s'enrouler (fig. 20), ou chacune peut former des arborisations (fig. 18). Tout aussi souvent on voit pousser trois fibres ou un plus grand nombre encore à divers points de l'intérieur du corpuscule, en formant ainsi ce que l'on pourrait appeler des terminaisons en bois de cerf (fig. 16 et 17), dont j'ai obtenu des préparations plus belles après avoir dessiné les figures qui accompagnent ce mémoire. D'autres fois, on n'aperçoit qu'une seule fibre axile, ce qui relie le corpuscule de Hoggan aux formes ordinaires des corpuscules de Pacini (fig. 22). Cette forme est cependant moins probante que les autres, car on conçoit sans peine que si l'on regarde de profil une terminaison à deux ou trois fourchons situés à l'intérieur du corpuscule, celle-ci ne paraît avoir qu'une seule fibre axile, et il en serait de même si l'on faisait une coupe longitudinale passant par le centre d'un corpuscule de Hoggan, car de cette façon on enlèverait probablement un ou plusieurs des fourchons terminaux. C'est ce qui paraît avoir eu lieu en fig. 22, où l'aiguille à dissection a arraché et dérangé la capsule. Des

coupes transversales (fig. 21) montrent encore plus clairement le rapport des fibres doubles ou triples l'une à l'autre, ainsi qu'à l'axe du corpuscule de Hoggan.

Quant aux relations de ce corpuscule avec le corpuscule de Browne, je ne veux pas répéter ce que j'ai déjà dit. Le corpuscule de Hoggan a rarement un siège aussi élevé dans la papille que le corpuscule de Browne, et on le trouve, soit à la partie inférieure de la papille, soit au-dessous du niveau des bouchons épidermiques les plus profonds. Plus il est profond et plus on lui voit d'enveloppes capsulaires. Le nerf sur lequel est placé le corpuscule perd en général sa myéline avant de l'atteindre, et le nerf à myéline possède le plus souvent deux ou même trois gaînes membraneuses près de son point de jonction avec le corpuscule. Quoique l'axe de celui-ci soit le plus souvent le même que celui du nerf qui s'y rend, il arrive pourtant quelquefois que l'axe du corpuscule se recourbe à l'intérieur de la papille, de telle façon qu'il forme avec le nerf un angle droit. Dans l'un et l'autre cas la ressemblance de la terminaison nerveuse avec les terminaisons en fourchette sur les follicules des poils ordinaires est très grande. Je considère même qu'il y a entre elles une homologie et une analogie complètes, et sur ce point je crois être arrivé au but que je m'étais proposé, avoir démontré que les terminaisons en fourchette sont les homologues des corpuscules de Pacini, et qu'ils leur sont reliés par intermédiaire des corpuscules de Hoggan.

III. — Le corpuscule de Blackwell.

Le corpuscule de Blackwell est constitué par un petit amas de cellules nerveuses comprimées de manière à former un corps globuleux à la surface inférieure de l'épiderme. Chacune de ces agrégations de cellules est en communication directe avec une grosse fibre nerveuse à myéline. Après avoir étudié quelques exemples de ce corps, on a de la peine à décider si ses homologies le relient davantage aux ganglions nerveux sous-épidermiques ou au corpuscule de Meissner; mais après en avoir examiné un très grand nombre, j'ai acquis la conviction que c'est avec les ganglions sous-épidermiques qu'il a les relations les plus intimes. Fig. 27 est un premier pas dans cette direction; fig. 26 en est

un autre, où l'on voit, en outre, une fibrille intra-épidermique *if* relier ensemble les extrémités périphériques de deux cellule qui, ont leur siège dans l'épiderme. C'est là un état de choses qui approfondi, a permis de renverser la théorie émise par M. le professeur Merkel, de fonctions séparées pour les prétendues cellules tactiles et pour les fibrilles intra-épidermiques. Bien que personne ne l'eût observé, les cellules et les fibrilles faisaient souvent suite l'une à l'autre, et, par conséquent, elles appartenaient au même système, et ne pouvaient nullement servir à des fonctions physiologiques différentes, telles que le tact et la température, suivant l'opinion de Merkel. Le petit rameau *if* relie donc le corpuscule de Blackwell homologiquement aux ganglions sous-épidermiques, et il le relie également aux fibres sans myéline du plexus sous-épidermique.

Il est extrêmement rare de trouver chez les mammifères des nerfs à myéline en rapport avec ces ganglions. Cela se voit cependant assez souvent chez le cochon, rarement chez le cheval, où, en outre, plusieurs fibres sans myéline passent des ganglions aux centres nerveux. Cela se comprend quand les cellules sont disséminées dans l'épiderme, comme elles le sont dans plusieurs des figures qui accompagnent les études que j'ai citées (fig. 1 et 4). Je n'ai vu, chez aucun animal, les cellules nerveuses tellement comprimées et formant un corps aussi distinct que celles que je montre fig. 26, 27 et 28, et personne, que je sache, ne l'a observé non plus. Dans sa forme la plus simple, et chez les sujets jeunes, où ce corps peut revêtir plus tard une forme plus complexe, les cellules nerveuses sont séparées par un intervalle considérable l'une de l'autre, comme cela se voit dans le nez du jeune chat ou chez le grand fourmilier adulte. A mesure que le développement fait des progrès et que les papilles s'accentuent, les cellules nerveuses s'agrègent tout près des bases des prolongements inter-papillaires, comme cela se voit dans le nez du chat âgé (loc. cit., fig. 4), ou chez le cochon et chez le cheval.

Dans les pattes de la taupe, les cellules nerveuses, dont le nombre varie de deux à quatre chez des adultes jeunes mais peut dépasser une douzaine chez des taupes très âgées, sont engagées dans le sommet ou à la pointe extrême d'un prolongement épidermique. Dans des centaines d'exemples que

j'ai pu étudier, je n'ai jamais trouvé de nerfs à myéline qui fussent en relation directe avec ces cellules chez la taupe, quoique l'on trouve assez généralement un ou deux corpuscules de Pacini très petits (fig. 15) à proximité de ces amas de cellules ; ces petits corpuscules sont invariablement attachés aux nerfs à myéline.

La grosseur considérable des nerfs attachés aux corpuscules de Blackwell, et le grand nombre de cellules ainsi agglomérées, et dont chacune est apparemment reliée par une fibrille spéciale au cylindre-axe du grand nerf à myéline, prête un certain appui à l'hypothèse suivant laquelle chaque cylindre-axe se composerait d'un grand nombre de fibrilles délicates, de même qu'un câble télégraphique possède un centre ou un cylindre-axe composé de plusieurs fils de cuivre. En tout cas, c'est là la seule raison que je puisse imaginer pour expliquer qu'un nerf à myéline, relativement si gros, se rende à chacun de cet amas de cellules.

De plus, un examen attentif de quelques-unes des formes les plus prononcées (fig. 28) fait naître l'idée que ces corpuscules sont à moitié détachés de l'épiderme, et qu'ils suivent une évolution qui tend à les détacher entièrement de l'épiderme. Il n'y aurait alors aucune distinction à faire entre les corpuscules de Blackwell et les formes les plus simples des corpuscules de Meissner, comme on les rencontre, par exemple, chez les marsupiaux. Toutes les considérations précédentes semblent justifier l'opinion que j'ai formulée, suivant laquelle les corpuscules de Blackwell seraient intermédiaires entre les ganglions nerveux sous-épidermiques et les corpuscules toujours détachés de Meissner. Ils serviraient ainsi à relier ensemble ces deux structures dans une même chaîne morphologique.

Conclusions.

En résumé, voici les conclusions auxquelles m'ont conduit ce travail :

1° Le corpuscule de Browne chez le *Procyon lotor* paraît être l'homologue des terminaisons nerveuses en fourchette sur les follicules des poils ordinaires, et il se place, dans l'échelle du développement, entre le plexus sous-épidermique de nerfs sans myéline et le corpuscule de Hoggan.

2° Le corpuscule de Hoggan ressemble, par ses enveloppes extérieures, à un corpuscule de Pacini, tandis que la portion intérieure paraît être également l'homologue des terminaisons nerveuses en fourchette sur les follicules des poils ordinaires. Il est intermédiaire entre le corpuscule de Browne et celui de Vater ou de Pacini.

3° Le corpuscule de Blackwell est intermédiaire entre le corpuscule de Meissner et les ganglions sous-épidermiques de cellules nerveuses. Comme ces ganglions, il est intimement uni aux fibrilles intra-épidermiques, que l'on peut démontrer reliées aux cellules nerveuses qui constituent essentiellement le corpuscule de Blackwell. Les cellules sont aussi reliées à un gros nerf à myéline.

EXPLICATION DES PLANCHES XVII ET XVIII.

Les dessins ont été faits à la chambre claire, avec un objectif de Zeiss, $\frac{1}{12}$ immersion à l'huile, et ils ont été ensuite photographiés.

Figures 1 à 10, montrent des corpuscules de Browne; fig. 16 à 22, corpuscules de Hoggan, et fig. 26 à 28, corpuscules de Blackwell.

Les lettres suivantes s'appliquent à toutes les figures : *c*. cellules; *d*. derme; *e*. épiderme; *ce*. enveloppes capsulaires; *f*. terminaison en fourchette; *h*. gaîne de Henle, qui est ici le plus souvent double autour des nerfs à myéline; *if*. fibrilles intra-épidermiques; *m*. nerfs à myéline; *n*. nerfs sans myéline; *p*. papille.

Fig. 1. — Corpuscules de Browne du *Procyon lotor*. Les trois fourchons qui composent la terminaison sont droits en A, et à l'exception de l'apparence moniliforme qu'ils présentent, ils ressemblent en tous points aux terminaisons en fourchette sur les follicules pileux dessinés fig. 14; en B, les terminaisons en fourchette sont contournées et beaucoup plus complexes.

Fig. 2. — Corpuscules de Browne; en B les terminaisons en fourchette longent les vaisseaux sanguins, comme si elles avaient fait autrefois partie du plexus de nerfs sans myéline se rendant aux vaisseaux sanguins, et qu'après la cassure elles aient pris leur forme et leur position actuelles; en A, la terminaison paraît être en voie de se transformer en corpuscule de Hoggan.

Fig. 3. — Corpuscule de Browne qui offre une divergence considérable des fourchons terminaux, et de même que B, fig. 2, non seulement il ne possède point de capsule, mais d'après la divergence des fourchons, il serait difficile de concevoir qu'il pût y en avoir une.

Fig. 4. — Dans cette figure on voit un nerf à myéline qui se divise entre deux fibres à myéline, dont chacune aboutit à une terminaison en fourchette. Les deux terminaisons s'enlacent de façon

à former un corpuscule de Browne double; en A une capsule est en voie de se développer, comme si le corpuscule devait se transformer en corpuscule de Hoggan. En B, il y a une terminaison à trois fourchons très distincts entourés de trois couches capsulaires distinctes, ce qui constitue un corpuscule de Hoggan type.

Fig. 5. — Démonstration de la manière dont, à mon avis, les corpuscules de Browne se développent du plexus sous-épidermique de nerfs sans myéline situé sur les vaisseaux sanguins. On voit en B un nerf à myéline s'unir au plexus, tandis qu'en A la cassure paraît avoir eu lieu récemment, à en juger d'après la petitesse du corpuscule de Browne que l'on y rencontre.

Fig. 6. — Deux corpuscules de Browne fort distincts dans des papilles contigües. Quoique, dans la préparation, on voie très distinctement que ces corpuscules n'ont pas de capsules, néanmoins les cellules *c* qui sont situées au-dessous d'eux, paraissent être en train de les envelopper et d'en former une.

Fig. 7. — Corpuscule de Browne fort complexe, dans lequel on voit paraître des cellules au-dessus et au-dessous des terminaisons nerveuses.

Fig. 8. — Corpuscule de Browne vu d'en haut dans une coupe horizontale de la peau.

Fig. 9. — Corpuscule de Browne vu également d'en haut.

Fig. 10. — Corpuscule de Browne vu d'en bas. Le nerf à myéline, *m* vu en perspective est six fois plus long qu'il ne paraît l'être dans le dessin.

Fig. 11. — Corpuscule de Meissner, provenant de la plante du pied d'un homme âgé de 56 ans, vu d'en bas. Comparez au corpuscule de Browne sur fig. 10 vu également d'en bas. — Dans un âge avancé, la structure cellulaire du corpuscule de Meissner n'est plus visible, et les solutions d'or ne noircissent plus que la fibre nerveuse ou *le chemin parcouru par la substance nerveuse*. La structure cellulaire de ces corps chez les sujets jeunes est bien montrée fig. 13.

Fig. 12. — Corpuscule de Meissner provenant du Kanguroo (*Halmaturus Bennetti*), pour comparer aux corpuscules de Browne.

Fig. 13. — Coupe excessivement mince à travers un corpuscule de Meissner provenant de la paume de la main d'un jeune singe (*Cebus capucinus*). Elle montre bien la structure cellulaire du corpuscule de Meissner dans un état très peu avancé de son développement, alors qu'il ressemble à un corpuscule de Blackwell très développé. Comparez la fig. 11 qui représente un corpuscule de Meissner chez un sujet âgé.

Fig. 14. — Trois terminaisons nerveuses en fourchette sur des follicules de poil ordinaire du groin du *Procyon lotor*. Bien que, chez les autres animaux que j'ai examinés, le plus grand nombre de fourchons soit de trois à quatre, j'ai cependant trouvé que chez le *Procyon lotor* le nombre en est généralement de sept à huit.

Fig. 15. — Amas de cellules nerveuses dans un prolongement épidermique du pied d'une taupe très âgée, vu d'en bas. Les amas de

cellules sont toujours accompagnés de deux ou trois petits corpuscules de Pacini, P, mais ils sont rarement, peut-être jamais attachés à des nerfs à myéline, comme cela se trouve dans les corpuscules de Blackwell, fig. 26, 27 et 28.

Fig. 16 et 17. — Corpuscule de Hoggan à trois rameaux possédant une enveloppe capsulaire très distincte.

Fig. 18. — Corpuscule de Hoggan à deux rameaux, dont tous les deux se terminent par des arborisations.

Fig. 19. — Corpuscule de Hoggan qui possède un nombre d'enveloppes lamellaires plus grand que d'habitude. Le scalpel a traversé ce corpuscule, ainsi que celui vu fig. 20, de façon à enlever le nerf attaché au corpuscule.

Fig. 20. — Corpuscule de Hoggan à deux branches terminales tordues l'une sur l'autre.

Fig. 21. — Coupe transversale d'un corpuscule de Hoggan à deux fibres centrales.

Fig. 22. — Coupe à travers un corpuscule de Hoggan à une seule fibre axile. — C'est là une forme qui relie les corpuscules de Hoggan aux corpuscules de Pacini.

Fig. 23. — Terminaisons nerveuses provenant d'une patte d'ours (*Ursus tibetana*), qui sont intermédiaires entre les corpuscules de Pacini et les corpuscules de Hoggan, puisqu'elles se bifurquent en deux branches terminales. La branche la plus courte semble avoir reçu des enveloppes capsulaires spéciales avant d'avoir été entourée, ainsi que la branche la plus longue, d'une enveloppe commune à toutes deux.

Fig. 24. — Deux corpuscules de Pacini, provenant de la patte du Coati (*Nasua rufa*), proche parent du *Procyon lotor*, mais qui, cependant, n'a point l'habitude de se mouiller sans cesse comme lui.

Fig. 25. — Deux corpuscules de Pacini, provenant d'une patte de Coati, qui sont situés sur les deux fourches d'une même fibre nerveuse.

Fig. 26. — Corpuscule de Blackwell, se composant d'un grand nombre de cellules nerveuses dans l'épiderme unies à un gros nerf à myéline. Cet exemple ressemble à un ganglion nerveux sous-épidermique. On y voit deux cellules reliées ensemble périphériquement par une fibrille nerveuse intra-épidermique *if*, dont la troisième branche remonte vers la partie supérieure de l'épiderme.

Fig. 27. — Corpuscule de Blackwell, dont les cellules sont plus comprimées et rapprochées qu'elles ne le sont fig. 23; n'étant plus mêlées à des cellules épidermiques, elles constituent un corps nettement défini.

Fig. 28. — Corpuscule de Blackwell à forme globuleuse. Bien qu'il soit en partie attaché à l'épiderme, il ressemble fort à un corpuscule de Meissner dans un état de développement plus avancé. Comparez fig. 13.

EXPÉRIENCES NOUVELLES

SUR LA

VITESSE DU COURANT NERVEUX SENSITIF CHEZ L'HOMME

Par M. A.-M. BLOCH

Les expériences relatées dans un précédent mémoire (*Journal de l'Anatomie*, janv.-fév. 1884), avaient pour objet la comparaison des temps nécessaires aux transmissions visuelles, auditives et tactiles.

L'examen des vitesses de transmission résulte de la comparaison des trois sensations étudiées, prises deux à deux. L'un de ces examens, celui de l'audition et du toucher, m'a permis de déterminer la vitesse de l'agent nerveux sensitif et de contrôler par des moyens nouveaux, les résultats que j'avais obtenus en 1875 (*Archives de physiologie*, 1875).

Voici en quoi consiste le procédé dont je me suis servi : je me contenterai d'en exposer la théorie et les résultats numériques. Quant aux détails de l'expérience et de l'instrumentation, je les ai décrits dans mon travail sur les vitesses comparatives des transmissions sensorielles, il est donc inutile de les reproduire ici.

Lorsque l'on compare la perception d'un bruit (il s'agit du choc d'une lame d'acier sur la tige d'une épingle), à l'effleurement d'un onglet de baleine contre le doigt, la simultanéité des deux perceptions ne se manifeste que lorsque l'excitation tactile devance l'excitation auditive (1).

Cette simultanéité commence, lorsque l'avance du toucher est de $\frac{5}{250}$ de seconde et elle continue d'exister pendant tout l'intervalle compris entre $\frac{5}{250}$ et $\frac{14}{250}$ de seconde.

J'ai interprété ces résultats par l'action combinée des temps de transmission et des durées de persistance des sensations au-

(1) *Journal de l'Anatomie*, janvier 1884.

ditives et tactiles ; j'ai formulé de la manière suivante la signification qu'il faut tirer de ces expériences :

$$T + P = \frac{14}{250} + S$$

et

$$T = \frac{5}{250} + S + P'$$

T désignant le temps de la transmission tactile pour un doigt de la main ;

P, la persistance de la sensation du toucher ;

S, le temps de la transmission auditive :

P', la persistance de cette sensation.

Or, ai-je dit, le toucher s'exerçait sur la main. T représente donc la transmission centripète avec une longueur de nerf qu'on peut évaluer à $0^m,97$ (1).

Supposons que le choc de l'onglet de baleine, au lieu d'être reçu sur un doigt, vienne frapper le lobule du nez. Examinons ce que deviendra la deuxième équation.

Nous désignerons par T', la transmission centripète nouvelle. Estimons à 0,18 centimètres la longueur du trajet nerveux depuis le nez jusqu'au sensorium et voyons à quel moment la simultanéité commence et quelle fraction va remplacer $\frac{5}{250}$ de seconde.

Nous faisons l'expérience en maintenant la tête aussi bien que possible. L'onglet de baleine doit être très aminci, l'effleurement très léger, afin de ne faire aucun bruit et de ne donner que la seule sensation tactile que nous voulons comparer au son de la lame d'acier.

La simultanéité commence à se produire lorsque le toucher devance le son de $\frac{3,6}{250}$ de seconde, en moyenne.

Ici, je répéterai ce que j'ai déjà dit dans mon dernier travail, à savoir que les moyennes sont prises sur des chiffres très rapprochés les uns des autres.

Ainsi on trouve $\frac{3}{250} - \frac{4}{250} - \frac{2,5}{250} - \frac{4}{250} - \frac{4,5}{250} - \frac{3}{250}$, etc.

Chacune de ces fractions représente une série d'expériences, un très grand nombre d'épreuves. A chaque tour du cylindre, on a les deux sensations, auditive et tactile. On tâtonne, avant de fixer la position de la face et on ne prend les repères qu'après

(1) *Archives de la physiologie*, 1875.

avoir acquis la certitude de la simultanéité, par un certain nombre de rotations du cylindre.

De plus, on revient, après chaque série, à la contre-épreuve, c'est-à-dire qu'on présente le doigt au lieu du visage et toujours la fraction relative au choc sur le doigt est plus élevée, d'environ $\frac{1,4}{250}$ de seconde, avec sa moyenne déjà écrite de $\frac{5}{250}$ de seconde.

Cette quantité, $\frac{1,4}{250}$ de seconde, mesure le temps nécessaire à la transmission centripète, pour une longueur de nerf égale à 0^m,79, c'est-à-dire pour la différence des distances du doigt et du nez, respectivement, jusqu'au sensorium.

En effet :

$$T - T' = \frac{5}{250} + S + P' - \left(\frac{3,6}{250} + S + P'\right)$$

où

$$T - T' = \frac{1,4}{250}$$

ce qui représente, pour un mètre de trajet sensitif, une transmission de $\frac{1}{141}$ de seconde.

La vitesse trouvée est donc de 141 *mètres par seconde.*

La contre-partie de l'expérience donne un résultat concordant, mais son exécution nécessite une nouvelle recherche, celle de la persistance de la sensation tactile pour un choc reçu sur le nez.

Cette expérience préliminaire a été installée de la même façon que lorsqu'il s'agissait de rechercher la persistance du toucher sur le doigt.

Deux onglets de baleine sont fixés à même le cylindre. L'un est à demeure, l'autre peut-être déplacé, rapproché ou éloigné du premier, dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre et très voisin du plan dans lequel on a collé le premier onglet.

On expose le lobule du nez aux deux effleurements successifs et, par tâtonnements, on arrive au synchronisme des deux perceptions tactiles, lorsque l'intervalle des deux chocs est de $\frac{1}{41}$ de seconde. Cela résulte de nombreuses séries donnant :

$$\frac{5}{250} - \frac{5,5}{250} \text{ et } \frac{6}{250} \text{ de seconde.}$$

C'est ici le lieu de faire une observation générale sur la valeur numérique de tous les résultats exposés dans le présent mémoire.

Ces résultats ne méritent pas une complète créance, à cause

des difficultés de l'exécution et de l'importance de l'*erreur relative* que la délimitation des repères ne peut atténuer suffisamment.

Voici, en effet, comment les phénomènes sensoriels sont appréciés. Quand, dans les expériences sur la vitesse comparative des sensations (1), j'avais à repérer l'instant précis des excitations physiques, j'agissais avec une complète certitude, car la notation, quelque délicate qu'elle fût, pouvait avoir une exactitude tout à fait suffisante.

S'agissait-il de l'instant où se produit le son, je pouvais repérer le moment où la tige d'acier quitte l'épingle à une fraction très petite de millimètre; soit à un millième de seconde, moins, peut-être.

Quand j'estimais le passage d'une lamelle de papier métallique devant l'orifice d'un tube percé d'un trou d'aiguille, je ne faisais pas une erreur plus considérable. Je constatais le passage d'un éclair instantané produit par la réflexion de mon luminaire sur la surface métallique tournante.

Ayant, par tâtonnements avant l'expérience, amené l'axe du tube dans la direction de la partie du cylindre où l'éclair se produisait au repos du régulateur, il est évident que le moindre déplacement de la lamelle métallique pendant la rotation faisait disparaître le jet de lumière envoyé à mon œil par l'orifice du tube. Mon repère était donc très exact.

Lorsque j'étudiais le choc produit sur un doigt par l'onglet de baleine, je pouvais encore repérer exactement l'instant de ce choc. En effet, ma main tenait un tuteur rigide et ne pouvait se déplacer, d'une expérience à une autre.

De plus, je voyais, dans l'opération du repère, comment l'onglet de baleine se présentait devant mon doigt et je pouvais noter l'effleurement en toute certitude.

Mais il n'en est plus de même, lorsque l'excitation tactile est reçue sur le nez. On ne se rend pas compte des oscillations que fait la tête, d'un moment à l'autre et on ne peut la fixer. On ne voit pas, pour repérer le contact, à quel instant précis commence l'effleurement et le moindre mouvement modifie ce moment.

S'il s'agit de deux chocs successifs destinés à mesurer la per-

(1) *Journal de l'Anatomie*, loc. cit.

sistance, on peut déplacer inconsciemment la face entre l'expérience et la prise des repères, de façon que les points touchés ne correspondent plus exactement.

Or, il faut observer que l'intervalle $\frac{1}{250}$ de seconde représente une corde d'un millimètre sur la circonférence du cylindre. Une erreur de quelques millimètres suffirait donc à ôter toute valeur aux résultats cherchés.

Dans mes expériences de 1875 sur la vitesse du courant nerveux sensitif, j'avais au contraire, pour mes lignes de notation, des longueurs telles, que les erreurs en millimètres avaient peu d'importance.

En effet, j'agissais avec un onglet porté par un rayon de 0^{m},41.

Mes moyennes de distances rectilignes pour un choc sur les doigts, c'est-à-dire les cordes des arcs parcourus étaient de 0^{m},1081, représentant $\frac{1}{45}$ de seconde, ce qui fait, pour un millimètre d'erreur dans la notation, une différence de $\frac{1}{4860}$ de seconde, au lieu de $\frac{1}{250}$ que fournissent mes expériences actuelles, soit une exactitude presque vingt fois plus grande dans l'estimation des repères.

Il ressort des précédentes observations que les expériences actuelles, faites avec les effleurements du lobule du nez ne peuvent servir que comme contrôle général du bien fondé de la méthode et que les chiffres eux-mêmes, s'ils s'éloignent un peu en plus ou moins de mes anciens résultats, ne doivent pas entrer en balance avec ces derniers.

Je viens de dire, plus haut, que j'ai trouvé 141 mètres par seconde pour la vitesse du courant nerveux centripète, sans tenir compte des longueurs de *nerfs* et de *moelle*.

En 1875, j'admettais 136 mètres pour le cas semblable. Je reste à ce dernier chiffre, bien mieux établi que celui d'aujourd'hui.

J'arrive à la seconde partie de l'expérience. Ayant donc trouvé $\frac{1}{41}$ de seconde pour la persistance du toucher sur le nez, après de nombreuses épreuves donnant $\frac{5}{250}$, $\frac{5,5}{250}$, $\frac{6}{250}$ de seconde, je cherche la limite extrême qui produit la simultanéité des deux sensations, tactile sur le nez et sonore.

Je trouve une moyenne de $\frac{12}{250}$ de seconde, ce qui me permet d'écrire :

$$T' + \frac{1}{41} = \frac{12}{250} + S$$

ou

$$T' = \frac{1}{42} + S$$

Or, la transmission tactile depuis la main, T, égale, comme nous avons vu, $\frac{1}{31} + S$

$$T = \frac{1}{31} + S$$

d'où :

$$T - T' = \frac{1}{118}$$

Le trajet $0^{m},79$ centripète, différence des transmissions, depuis le doigt et depuis le nez, respectivement, jusqu'au sensorium, durerait donc $\frac{1}{118}$ de seconde. Cela donne, pour la vitesse, par mètre, $\frac{1}{93}$ de seconde.

D'une part, je trouve 141 mètres, d'autre part, 93 mètres, ce qui pour moyenne des deux parties de l'expérience fournit 117 mètres par seconde, au lieu de 136 mètres que j'ai donnés dans mon premier travail. Mais, pour les raisons développées plus haut, je maintiens mes anciens chiffres dont la conséquence dernière était :

Le courant nerveux sensitif parcourt les nerfs avec une vitesse de 132 *mètres par seconde.*

Il n'en reste pas moins, pour moi, un précieux résultat des expériences actuelles. J'ai trouvé, par des moyens imparfaits, 114 mètres par seconde pour les nerfs, au lieu de 132 ; n'est-ce pas là un rapprochement très grand, très satisfaisant, si l'on réfléchit que dans toutes ces opérations, il y a des points simplement approximatifs, tels, par exemple, que les longueurs de nerfs jusqu'aux centres nerveux et que les longueurs de moelle.

En somme, il n'a été fait, avant moi, d'autres expériences sur la vitesse du courant nerveux sensitif, chez l'homme, que celles qui mettent en jeu les réponses volontaires. J'ai longuement, explicitement démontré que ces expériences sont foncièrement défectueuses.

Elles donnent toutes des chiffres faibles, inférieurs à 100 mètres par seconde.

Je suis, inversement, par mes deux procédés, au-dessus de 100, trouvant aujourd'hui 114 mètres, et précédemment 132 mètres par seconde. C'est là la partie essentielle de mes conclusions.

Le procédé actuel diffère complètement de mon procédé primitif. Il met en jeu le son et repose sur de tout autres combinaisons sensorielles. Je me crois en droit d'en conclure au bien fondé de mes bases d'expériences, tant pour les vitesses comparées des transmissions sensorielles que pour la vitesse de l'agent nerveux. Chacun de ces deux genres d'études donnant des résultats analogues par des points de départ différents et ces expériences variées se prêtant un mutuel contrôle.

Mais, cela posé, je répète pour terminer combien mes chiffres de 1875 sur la vitesse centripète me semblent plus exacts et, au lieu de 114 mètres (1) actuellement trouvés, je maintiens le chiffre de mes premières études, *c'est-à-dire* 132 *mètres par seconde.*

(1) Je ferai observer que si ma moyenne actuelle est de 114 mètres, la partie la plus simple de l'expérience, celle qui n'utilise pas la persistance du toucher sur le nez, donne 137 mètres par seconde, chiffre bien rapprochéde 132.

NOTE

SUR LES

ORGANES ÉLASTIQUES DE L'AILE DES OISEAUX

Par MM. CH. ROBIN et L. CHABRY

(PLANCHE XIX.)

§ 1. — Sur le tissu élastique dit ligament tenseur ou rétracteur élastique de l'aile des oiseaux.

Il y a deux organes à distinguer dans ce qui est indiqué, plutôt que décrit sous le nom de *ligament tenseur ou rétracteur élastique de la membrane alaire des oiseaux :* 1° un organe élastique à l'état de filament ou ligament plus ou moins élargi, mince, tendu sous le derme dans le bord libre du repli cutané supérieur ou antérieur, au-devant du pli du coude ; 2° un tendon brillant, nacré, mince, étroit dans toute sa longueur ou étalé en quelques points sur diverses espèces, qui un peu plus près du pli du coude, va dans le repli précédent d'un faisceau du deltoïde auquel il fait suite, soit jusqu'au pouce, soit à la saillie du métacarpe sur laquelle le pouce s'articule.

C'est le *Clido-métacarpien* ou *tenseur marginal de la membrane antérieure de l'aile*, de M. Alix (*Sur l'appareil locomoteur des oiseaux*. Paris, in-8°, 1874, p. 402) ; M. Alix décrit de plus le *clido-épicondylien* ou tenseur de la partie moyenne de la membrane précédente, plus le *deltoïde postérieur*, qui va de la clavicule à l'humérus.

Ce long et mince organe (1°), comme filamenteux, est un *tendon* brillant, nacré, etc., auquel sont annexés des *faisceaux ligamenteux de tissu élastique* (2°), qui compliquent sa disposition généralesur une étendue et une épaisseur variables d'une espèce à l'autre ; mais ces ligaments élastiques annexés au *tendon* n'interrompent nulle part son trajet depuis la portion musculaire du deltoïde, à laquelle il fait suite jusqu'à l'os sur lequel il s'insère ; nulle part il n'y a du tissu élastique seul entre deux extrémités tendineuses, comme le sont presque tous les ventres musculaires, contrairement à ce qu'a admis Laurent (1838).

La tension du *Clido-métacarpien* dont part ce tendon, outre la flexion du coude par traction sur l'articulation carpo-métacarpienne, détermine l'extension du pouce, de toute la main sur le carpe et l'avant-bras (palmipèdes, etc.) ou celle du métacarpe seulement (rapaces, gallinacés, etc.). Nous verrons que ce tendon n'est pas tendu comme une corde droite, sous le bord de l'aile, dans les conditions naturelles, contrairement à ce qu'on décrit et figure généralement. Les choses ne sont obtenues ainsi qu'artificiellement après dissection et traction.

Trois tendons descendent plus ou moins superficiellement (Rapace, Pigeons, Échassiers, Goëlands, Mouettes, *Fratercula*, *Uria*, *Colymbus*, etc.) de l'épaule à l'avant-bras.

Tous trois descendent dans l'épaisseur du repli cutané antérieur au-devant du brachial antérieur, etc., qu'ils ne touchent pas. Tous trois sont nacrés, étroits, minces, aplatis, grêles en un mot, mais très tenaces, non extensibles. Le plus interne, profond (*bicipital*), va s'insérer sur le tendon d'origine des muscles radiaux, en haut du radius. Le tendon voisin, ou *clido-épicondylien*, avec annexes de tissu jaune élastique sur quelques espèces, s'insère sur les mêmes organes, un peu plus bas et près de l'épicondyle, après s'être bifurqué et même trifurqué.

Le troisième tendon, ou *clido-métacarpien*, suit le trajet indiqué pour l'organe décrit comme *ligament tenseur de la membrane alaire des oiseaux*, etc.

De son origine deltoïdienne, il va s'insérer à la jonction du premier avec le deuxième tiers de la face interne de l'os du pouce des *palmipèdes*, etc., sur la saillie métacarpienne contre laquelle s'articule le pouce des *rapaces*, etc. Sur la convexité du carpe, le tendon présente un renflement *sésamoïde* qui glisse contre l'articulation radio-carpienne, puis c'est au delà, après un trajet de quelques millimètres à un centimètre ou environ, sous forme cylindrique, ou aplatie dans quelques espèces, qu'a lieu son insertion terminale. Au lieu d'un simple renflement tendineux, c'est un véritable os *sésamoïde* antérieur qu'il présente là sur les *Laridés*, les gallinacés et nombre d'autres oiseaux.

C'est le tendon le plus externe des trois tendons superficiels du deltoïde qui est le plus voisin du bord libre du repli cutané antérieur de l'aile, en formant comme la corde d'un arc qui serait représenté par le coude. Il est pourtant plus ou moins in-

fléchi vers la concavité du coude en raison de languettes plus ou moins complexes, nombreuses, et plus ou moins minces qu'il envoie au tendon *clido-épicondylien ;* expansions qui s'insèrent comme lui à la portion supérieure du radius.

Vers le niveau du tiers supérieur de l'humérus, le tendon clido-métacarpien reçoit latéralement de haut en bas (chez les palmipèdes, etc.), une assez forte expansion musculaire du biceps qui s'insère sur sa face postérieure. Cette expansion volumineuse sur le pigeon s'insère manifestement plus sur le tissu élastique annexé au-devant du tendon qu'à ce dernier. Elle a déjà été décrite par Viq-d'Azyr.

C'est enfin à ce tendon qu'adhèrent et sont annexés des ligaments élastiques. Ce sont ces derniers qui : 1° l'ont fait appeler *ligament rétracteur élastique ;* 2° ce sont eux que d'autre part on a pris pour des *ventres* élastiques qui auraient été terminés aux deux bouts par des tendons à la manière des muscles. Mais quelque soit son aplatissement en un des points où lui sont appliqués ces organes élastiques vers le niveau du pli du coude, la continuité de ce tendon, du deltoïde au pouce, n'est interrompue nulle part.

Les organes ou *ligaments élastiques* annexés au tendon clido-métacarpien sont au nombre de deux. Le plus court (que nous n'avons pas vu décrit), mais le plus épais, nettement jaunâtre, quadrilatère, s'étend de la lèvre externe de la gouttière bicipitale sur le tendon un peu au-dessous de l'endroit où il a quitté le muscle (palmipèdes, etc.).

L'autre ligament élastique est le plus long et le plus large à la fois, bien que le plus mince, plus ou moins étendu suivant les espèces ; il peut aller du niveau de l'humérus vers le niveau du milieu de l'avant-bras. Il forme une membrane plus ou moins large et plus ou moins longue suivant les espèces, qui comble en quelque sorte la concavité que le tendon clido-métacarpien offre au niveau du pli du coude, en raison de ses expansions qui à ce niveau vont, comme nous l'avons dit, adhérer en haut des muscles radiaux (p. 292).

Par suite, cette annexe *élastique* de ce *tendon*, est en quelque sorte d'autant plus longue et d'autant plus large que cette concavité est plus grande, soit en tant que longueur et en tant que largeur.

Le bord antérieur de cette annexe élastique est droit comme une corde tendue; il est sous-cutané, placé au-dessous du bord du repli cutané antérieur ou supérieur de l'aile (passereaux, etc.); il est sur quelques espèces un peu plus épais que le reste de cette portion élastique. Son bord adhérent au tendon recouvre et masque plus ou moins ce dernier, dont sur diverses espèces la continuité, la non-interruption ne peut être constatée que par une dissection attentive.

L'étendue et l'épaisseur de cet organe élastique est très prononcée sur les pigeons; à côté de la gracilité du tendon, au-devant duquel il est placé, on comprend que l'un ait plus frappé que l'autre les anatomistes qui n'ont pas comparé l'aile de ces oiseaux à celle des animaux à grandes ailes.

Sur les buses, etc., il forme un long cordon élastique, accompagné d'une artère et d'une veine nettement étendues sous la peau du bord libre du repli cutané antérieur; la portion mince qui le relie au tendon *clido-métacarpien* sus-indiqué, laisse bien voir ce dernier, toujours nacré, distinct dans toute son étendue.

Sur les goëlands, les mouettes, etc., le *tendon* est même aplati, élargi comme le *ligament élastique* à ce niveau; ils sont là comme étalés l'un sur l'autre. Il y a nombre de particularités distinctes de ces dispositions d'une espèce à l'autre; il en est encore ainsi au point de vue de l'épaisseur de la portion élastique de cet organe qui est soit élargie de plusieurs millimètres avec ou sans état réticulé des faisceaux de cette nature; soit avec ou sans la présence d'une expansion élastique allant à la face profonde du derme, un peu plus bas que le pli du coude.

Vers le niveau du point où le tendon dit *ligament rétracteur*, se détache de la portion du deltoïde à laquelle il fait suite, part encore une expansion jaune élastique allant à la face interne de la peau du sommet de l'épaule.

En tout cas, il n'y a de tissu élastique annexé au tendon précédent qu'aux régions sus-indiquées; l'organe est tendineux partout ailleurs et *ne mérite pas le nom de ligament élastique tenseur ou rétracteur* dès qu'on l'envisage dans toute son étendue, de sa naissance musculaire à son insertion osseuse. La portion tendineuse nacrée l'emporte en effet en longueur sur la partie élastique d'un blanc jaunâtre mat; de plus, celle-ci se

rétracte quand on la coupe, tandis que la première d'un blanc nacré brillant, etc., reste inextensible en même temps que sans interruption de son étendue, comme nous l'avons déjà dit, du muscle à l'os du pouce.

Ce tendon parti du deltoïde est remarquable par cette étendue de son trajet, et de plus, sauf ses connexions avec d'autres tendons, dues aux expansions indiquées plus haut (p. 292), sa situation sous-cutanée, de son origine jusqu'au carpe le distingue des autres tendons, et le renflement *sésamoïde* déjà décrit, vient lui ajouter encore une particularité importante (fig. 1. S). Seulement il faut noter que la terminaison de ce tendon n'a pas lieu sur ce sésamoïde, mais seulement plus loin à l'os du pouce (T), contrairement à ce qui est décrit et figuré parfois.

Dans les rapaces, les pigeons, les passereaux, cette insertion a lieu non sur le pouce, mais sur la portion du métacarpe, dite *premier métacarpien* du pouce, ou mieux *saillie* ou *apophyse métacarpienne du pouce;* apophyse qui, à sa partie externe ou antérieure, montre la facette articulaire de l'os du pouce. De là résulte que ce tendon transmet les actions musculaires au métacarpe même, sans arriver jusqu'au pouce (dont les courts muscles propres adducteurs sont volumineux); sans le faire mouvoir individuellement, comme sur les palmipèdes, etc., indiqués plus haut.

Comme l'a signalé Meckel, l'os du pouce représente un métacarpien par sa base, une phalange par son sommet. La distinction anatomique est nette surtout chez les oiseaux dont le bout du pouce porte un ongle, et lorsqu'il se développe comme sur les coqs chaponnés.

Le tendon *clido-métacarpien du pouce*, avec les minces prolongements qu'il envoie à d'autres tendons vers le niveau du pli du coude (p. 292) a été décrit par Cuvier, Lauth et surtout Meckel (*Anatomie comparée*, trad. franç., Paris, 1829, in-8°, t. VI, p. 61), sous le nom de *tenseur de la membrane antérieure du vol*. Seulement ce dernier considère le faisceau musculaire dont il vient comme une dépendance du *grand pectoral*. Il indique exactement les languettes tendineuses qu'il envoie en haut de l'avant-bras au *long extenseur radial* et à la face d'extension de l'avant-bras. Il le fait insérer en bas soit à l'*os sésamoïde* (décrit par Tiedemann et Heusinger à la partie inférieure du bord

antérieur du radius sur les *Hibous*, etc.), soit au *métacarpien du pouce* ou mieux à l'*apophyse ou saillie métacarpienne du pouce* après qu'il a été *soulevé* par *l'os sésamoïde*, ou encore par un fibro-cartilage qui en tient la place, comme sur quelques *oiseaux d'eau* (Meckel, loc. cit., t. III, p. 151). Meckel ne parle pas de *tissu élastique* à propos de ce tendon, ni ailleurs; c'est Lauth cité dans Cuvier (*Anatomie comparée*, 2ᵉ édit., Paris, 1835, in-8°, t. I, p. 456), qui est indiqué comme ayant dit qu'un faisceau du grand pectoral se termine par un *long ligament jaune élastique* qui soutient le bord libre de la membrane du vol et va se fixer à l'*os radio-carpien* (*l'os sésamoïde* indiqué ci-dessus).

Nous avons déjà rappelé que la terminaison sur un sésamoïde n'a pas lieu plus ici que partout ailleurs et que le tendon continue son trajet plus loin que le *sésamoïde*, pour se rendre au pouce ou à la saillie antérieure du métacarpe déjà indiquée. Nous ne reviendrons pas sur ce point, quelles que soient les descriptions et les figures indiquant le contraire souvent publiées. Même remarque pour ce qui concerne les descriptions moins exactes que celles de Meckel, notées par divers auteurs, concernant les *languettes tendineuses* envoyées par le tendon *clido-métacarpien* (p. 292) au *clido-épicondylien*, etc.

Ce sont les descriptions exactes à des titres divers de Meckel, Cuvier et Lauth, qui ont été le point de départ de tout ce qui, sans examen des faits, ou après leur étude incomplète (avec ou sans mention du *sésamoïde* sus-indiqué, et toujours très brièvement) a été dit ou figuré sur l'organe appelé le *ligament élastique*, *tenseur*, *rétracteur*, etc., *du pli de la membrane du vol*, *de l'aile*, etc., ou encore appelé le *ligament tenseur de la membrane alaire*, la *bande*, la *membrane*, le *ligament élastique* ou *fibro-élastique*, toutes expressions inexactes au contraire à divers titres.

Il est certain toutefois: 1° Que le tendon *clido-métacarpien* quand il est tendu concourt à maintenir en pleine extension le repli cutané antérieur de l'aile des oiseaux et à le faire concourir avec les plumes qu'il porte, à constituer une surface active et résistante en contact avec l'air pendant le vol, avec l'eau dans le vol sous l'eau des pingouins en général (1); *vol sous l'eau*, bien

(1) Cuvier, Macgillivray, Pettigrew et autres ont décrit les Harles, les Guillemots, etc., comme des oiseaux qui volent indifféremment au-dessus et au-dessous de l'eau ; ils ont vu que dans le vol sous-marin les ailes peuvent agir seules, comme chez

décrit et figuré par J.-B. Pettigrew (*La locomotion chez les animaux*, Paris, 1874, p. 124 et suiv.). Rappelons aussi le rôle qu'il doit remplir ou les modifications que doivent subir ses mouvements en raison de la présence des languettes tendineuses sus-indiquées (p. 292) qu'il envoie aux tendons d'autres muscles du bras et de l'avant-bras ou qu'il en reçoit.

2° De plus en même temps par l'intermédiaire de son sésamoïde précarpien il agit non seulement sur le pouce, mais par l'intermédiaire de celui-ci et de ses muscles propres, il influe sur le reste de la main.

3° Enfin quand le muscle cesse de se contracter le tissu élastique concourt à ramener et à maintenir sans effort (et hors de toute action nerveuse et musculaire) les parties mises en mouvement dans la situation de leur état de repos.

Pettigrew cite avec éloges la description des tissus *musculo-élastiques* de l'aile du pigeon par Macgillivray dans son *Histoire des oiseaux de la Grande-Bretagne* (Londres, 1837, p. 37, 38), ouvrage que nous n'avons pu consulter.

Ajoutons que d'après M. Alix le *tenseur marginal de la membrane antérieure de l'aile* (clido-métacarpien) des *Nothura* (*Journal de zoologie*, Paris, 1873, in-8° t. II, p. 87, pl. VIII, fig. 1 et 2) s'attache à la surface du grand pectoral et à la clavicule et d'autre part sur la saillie métacarpienne du pouce. Le tendon est très élastique, sans sésamoïde, mais avec une expansion sur l'extrémité carpienne du radius. Le *tenseur moyen* (clido-épicondylien) vient de la clavicule entre ce dernier et le deltoïde postérieur; il donne un *éventail de fibres tendineuses*, qu'il dit être la *plupart élastiques*, qui se répandent dans la membrane de l'aile, quelques-unes au long supinateur, sans tendon séparé.

Ce sont sans doute des dispositions de ce genre dont parle Stannius (*Manuel d'anatomie comparée*, 1849, t. I, p. 302), lorsqu'il note des muscles particuliers qui sur les oiseaux seraient propres aux *plis de la membrane du vol*, et du tissu élastique qu'elle contiendrait en outre. Elle ne contient pas non plus des muscles redresseurs (*rectores remigum*) du tuyau des rémiges primaires et secondaires. Les descriptions faites plus haut et

les Guillemots ou en même temps que les pieds, comme chez les Grèbes. Pettigrew en a surtout bien étudié les modes et le mécanisme (*La locomotion chez les animaux*. Paris, 1874, in-8°, p. 130, etc.).

celles qu'on trouvera plus loin, montrent que les faits ne peuvent être interprétés de la sorte.

Terminons ces indications en notant que la proportion du tissu élastique appliqué contre le tendon *clido-métacarpien* indiqué plus haut a été exactement représentée par M. A. Milne-Edwards d'après celui de l'Aigle (*Recherches sur les oiseaux fossiles*, Paris, 1867-1868, in-folio, planches IX et X. 1°).

Remarques sur l'os sésamoïde antérieur du carpe. — Nous n'avons pas à étudier ici les homologies et les autres caractères propres de cet os, généralement perdu sur les squelettes, souvent omis dans les descriptions. Nous nous bornerons à noter qu'osseux ou encore cartilagineux seulement, il n'a d'importance que par sa situation dans le tendon qu'il épaissit, dont il favorise les glissements et par là les transmissions au pouce et à la main des actions motrices ayant lieu dans l'épaule. Mais là par la manière dont cette transmission peut être modifiée, même par de légères influences que communiquent les languettes brachiales tendineuses déjà notées et les retraits élastiques quand cesse le vol dans l'air ou dans l'eau, cette importance reste grande.

Notons actuellement à propos de cet os sésamoïde soit lenticulaire, soit un peu allongé :

1° Sa situation et ce fait qu'il glisse sur l'articulation radio-carpienne, à côté du tendon du muscle (*huméro-métacarpien*) qui va s'insérer au sommet du métacarpien externe, mais sans que sa surface de glissement communique avec la cavité articulaire carpienne non plus que la face profonde de ce tendon. Du tissu cellulaire lâche adhérent à ce sésamoïde se prête à ce glissement. Cette surface de glissement du sésamoïde est pourtant cartilagineuse alors que sa portion superficielle sous-cutanée est osseuse, sous une épaisseur d'autant plus considérable que l'oiseau est plus âgé. Cette portion osseuse est spongieuse au centre, à cavités médullaires arrondies complètement pleines de cellules adipeuses directement contiguës aux lames osseuses minces limitant ces cavités. Cet os d'une part et de l'autre le cartilage de sa surface de glissement offrent leur structure propre de la manière la plus nette.

Cet organe a du reste un volume proportionnel à celui du tendon dans lequel il est situé et il peut être réduit à un petit

renflement allongé, mais toujours bien dessiné, comme sur le pigeon, etc. C'est au contraire un os à contours nets, piriforme, plus ou moins aplati sur les rapaces, les gallinacés, etc. Des ligaments en partent sur les côtés en allant à l'extrémité inférieure du radius et au carpe.

Le sésamoïde est en quelque sorte sous-jacent au tendon du *clido-métacarpien* qui de la portion sous-cutanée de cet os, à laquelle il adhère, va s'insérer sur chacun des côtés de la *saillie métacarpienne* contre laquelle s'articule le pouce.

2° A la jambe, le tendon qui offre une situation analogue à celle du tendon ci-dessus, n'a au niveau de l'articulation tibio-tarsienne qu'un épaississement avec élargissement, sans cartilage ni os.

3° Au genou, le très court tendon du droit antérieur offre bien une rotule un peu élargie transversalement, à la fois cartilagineuse et osseuse, plus ou moins suivant l'âge de l'oiseau, mais de moitié au moins plus petite sur les palmipèdes que l'os sésamoïde qui est au-devant de l'angle saillant de l'articulation radio-carpienne ; seulement la *rotule* offre, avec la cavité de l'articulation fémoro-tibiale, les rapports qu'elle a partout ailleurs.

4° Au coude, le tendon du triceps brachial n'offre pas d'os sésamoïde homologue de la rotule, mais seulement un léger renflement lenticulaire, sans cartilage, ni os, dont la surface de glissement fait partie de la paroi de la cavité articulaire.

M. Alix indique la présence fréquente au niveau du coude d'un sésamoïde jouant le rôle de rotule et un autre dans le tendon du muscle cubital antérieur (Alix, *loc. cit.*, 1874, in-8°, p. 156).

MM. Chabry, Boulart et moi avons de plus constaté que, non seulement cet os sésamoïde a ses aréoles pleines de moëlle adipeuse, mais, de plus, que les Goëlands, les Mouettes, les *Fratercula,* les *Uria,* les Pigeons n'ont de cavités osseuses aériennes communiquant avec les sacs de ce nom que dans les pièces de la colonne vertébrale, depuis le sacrum jusqu'aux os du crâne, de sa base particulièrement, la voûte restant formée d'os minces.

Quant au sternum, aux côtes, aux os de l'épaule, à l'humérus, au radius, au cubitus, aux os de la main et de même pour

le femur et les autres os des pattes, ils sont pleins de moëlle pâteuse, facile à écraser, très vasculaire, mais sans cavités aériennes quelconques ni dans son épaisseur. Cette moëlle est jaune, adipeuse sur les Goëlands, d'un rouge jaunâtre sur les Mouettes, rouge sur les *Fratercula* et les *Uria,* jaune blanchâtre sur les Pigeons et soit rouge, soit grisâtre sur les coqs. — Outre une trame délicate de fibres du tissu cellulaire, partout elle contient des vésicules adipeuses en proportions variables, avec des medullocelles, mais de nombreux vaisseaux à veines relativement volumineuses.

Constituée de la même manière, d'un rouge plus ou moins foncé sur les Rapaces, pulpeuse, etc., elle ne se trouve qu'à compter du radius et du cubitus. Les cavités aériennes des os s'étendent, au contraire, jusqu'au voisinage des surfaces articulaires inférieures de l'humérus et du fémur. Là, pas plus que dans les autres os, quand un os communique avec les cavités aériennes, qu'il soit os long ou spongieux, on n'y voit pas trace de moëlle.

Partout, les parois et les trabécules des os aériens sont tapissés d'une membrane mince, lisse, parcourus par des capillaires du système de la grande circulation qui ne sont pas assez nombreux pour colorer ni enlever quoi que ce soit de sa complète transparence à cette membrane.

Celle-ci n'est formée d'autre part que d'une seule rangée de cellules épithéliales pavimenteuses très minces, sous laquelle est une couche de tissu cellulaire, à fibres entre-croisées, non fasciculées, sans fibres élastiques. Son épaisseur n'arrive jamais à dépasser un dixième de millimètre au plus. Cette structure reste la même dans le conduit qui, du scapulum, du coxal, s'étend dans l'humérus, le fémur, etc., en pénétrant au-dessous du col de la tête humérale, etc. Ce canal aérien membraneux allant d'un os à l'autre manque à la hanche des gallinacés, dont le fémur est plein de moelle, pendant qu'il se trouve sous l'épaule, leur humérus étant plein d'air, et au contraire le cubitus, le radius, etc., pleins de moelle.

Sous ces divers rapports, c'est des séreuses qu'on peut le plus rapprocher cette membrane sans établir aucune similitude. De plus, rien ne permet de lui attribuer un rôle quelconque au point de vue des échanges gazeux respiratoires; rien ne permet

d'attribuer à la présence de l'air ici un rôle autre que des usages d'ordre physique.

On sait, du reste, que déjà divers auteurs (H. Cloquet, *Encyclopédie méthodique*. Anatomie. Paris, 1819, t. III, p. 537-559) ont fait observer que le fait de la pénétration de l'air dans les os par les poumons et les cavités aériennes n'est pas général; que, dans un même groupe, comme les Passereaux, les Palmipèdes, etc., à côté d'une espèce dont les os sont creux, on en trouve d'autres dans lesquelles le fémur, l'humérus, etc., sont pleins de moëlle. Nombre d'observateurs ont depuis signalé des exemples de ce fait.

M. A. Milne Edwards a noté que, sur les longipennes, les larides en particulier, le fémur ni l'humérus n'ont jamais d'orifice pneumatique (*Recherches sur les oiseaux fossiles*. Paris, 1867-1868, in-fol., t. I, p. 314, 339).

Bell Pettigrew considère les cellules à air des os comme n'ayant rien à faire avec le vol; d'excellents voiliers, comme la chauve-souris, les martinets, la bécasse, etc., ont leurs os remplis de moëlle, tandis que l'Autruche et l'Opteryx sont incapables de voler, tout en ayant les os creux. Il cite le Dr Crisp qui, sur 92 espèces d'oiseaux, en a trouvé 48 qui n'avaient pas d'air dans les os des membres (J.-B. Pettigrew. *La locomotion chez les animaux*. Paris, 1874, p. 163).

§ 2. — Des ligaments élastiques et des ligaments fibreux des plumes alaires.

Les organes élastiques dont il a été question à propos du tendon *deltoïdo-métacarpien du pouce* (p. 293) sont des organes premiers ou parties similaires du système élastique annexés, surtout au système tendineux.

Ceux dont nous allons actuellement parler sont des organes élastiques qui sont annexés au système dermique, à ses dépendances tégumentaires surtout, les follicules plumeux de l'aile et de la queue.

Nous n'avons trouvé mention que des trois premiers organes que nous allons décrire, dans des figures schématiques de Pettigrew et dans leur explication (*loc. cit.*, 1874, p. 249, fig. 98 à 101).

Il les indique comme des *ligaments fibro-musculo-élastiques*,

enveloppant individuellement la base de chacune des plumes primaires et secondaires, formant un réseau symétrique d'une grande force et d'une grande beauté.

Seulement, Pettigrew les décrit et figure comme consistant en trois bandes longitudinales avec des bandes obliques allant d'une plume à la deuxième suivante.

Nous avons vainement cherché les bandes obliques décrites et figurées par M. Pettigrew, reliant les ligaments les uns aux autres. Notons pourtant de grêles filaments ligamenteux élastiques que nous n'avons pas figurés, qui vont du niveau du ligament élastique des remiges secondaires, du follicule de celles-ci, au point où le ligament des remiges primaires (fig. 1, LP) s'insère à leur follicule ; ligaments plus nets dans certaines espèces, comme le pigeon, que sur d'autres.

De plus, comme nous allons l'indiquer, ces ligaments sont, ainsi que les remiges primaires et secondaires, auxquelles ils appartiennent séparément et d'une manière distincte, situés sur des plans différents et non tous sur le même plan, comme le figure M. Pettigrew.

Enfin, hors des faisceaux de fibres-cellules que nous signalerons chemin faisant, nous n'avons trouvé ces ligaments formés que de tissu élastique pour les uns, de tissu fibreux pour les autres, sans traces de muscles à faisceaux striés, aussi bien sur les rapaces, les passereaux, les pigeons que sur les palmipèdes que nous avons plus souvent observés.

§ 3. — Ligaments élastiques et ligaments fibreux du follicule des plumes alaires des oiseaux.

Il s'agit ici d'un ensemble de ligaments qui relient les uns aux autres les follicules plumeux depuis l'angle du coude jusqu'à la dernière plume de la dernière phalange de la main, du côté de la flexion des articulations radio-carpiennes par conséquent et métacarpo-phalangiennes. Ces ligaments n'ont rien à fixer par suite, ou n'ont à fixer que des organes mous et flexibles dès que le tuyau de la plume est arraché de son profond follicule. Seulement tant que la plume donne à ce follicule sa rigidité, ces ligaments, en unissant chaque follicule et plume les uns aux autres, font de l'aile un organe à la fois résistant et flexible dans de certaines limites, qui forme une large surface

prenant point d'appui sur l'air, généralement pour voler ou pour aider la course et la natation, pour nager même avec les ailes, comme le font les espèces du groupe des Manchots, et celui des Pingouins.

Rien de plus remarquable que l'uniformité des dispositions essentielles de ces ligaments d'une espèce à l'autre, toutes proportions gardées concernant le volume de l'animal et l'étendue des ailes.

Nous avons constaté que pendant la mue ou lors de la chute accidentelle des plumes sur les oiseaux en cage, ces ligaments ne disparaissent pas, mais diminuent d'épaisseur d'une manière sensible.

LIGAMENT ÉLASTIQUE DU FOLLICULE DES RÉMIGES SECONDAIRES.

Cet organe se présente sous forme d'un mince cordon ou filament jaunâtre mat, épais de 1 à 2 millimètres, sous-cutané dans toute sa longueur, reliant les follicules des *rémiges secondaires* depuis le niveau de l'angle du coude jusqu'à la dernière de ces plumes. Il va en s'amincissant un peu en approchant de chacune de ses extrémités. Il est éloigné de 1 centimètre environ des os de l'avant-bras et de la main, dont il suit toutes les inflexions articulaires (Fig. 1. L S). Il est situé de telle manière qu'il adhère au follicule vers le niveau de la jonction de l'*une des rémiges secondaires* avec la tige opaque de celle-ci. Il est totalement formé de tissu élastique d'un blanc jaunâtre mat, et à ce titre c'est l'organe de l'aile des oiseaux qui mérite le mieux le nom de ligament élastique rétracteur de l'aile des oiseaux. Son tissu forme de légers renflements ou ventres fusiformes entre chaque paire de follicules, plumeux, visibles surtout quand les plumes ne sont que légèrement écartées.

Ce ligament élastique n'est pas traversé de part en part par les follicules. Il ne fait qu'adhérer fortement à la face interne de chaque paroi folliculaire en s'amincissant plus ou moins à ce niveau. De cette disposition résulte qu'après l'action de l'eau bouillante sur l'aile on peut le détacher en entier sur toute sa longueur (Fig. 1. L S). Cette action lui laisse son aspect et son élasticité, tandis qu'elle rend gélatiniformes et gonfle les tendons brillants, nacrés, inextensibles, non rétractiles des muscles de l'aile des oiseaux.

Il est situé sur un plan de l'aile qui est plus interne, comme on le voit, par rapport au plan médian du corps, que les ligaments des plumes dont il nous reste à parler.

DU LIGAMENT FIBRO-ÉLASTIQUE DU FOLLICULE DES RÉMIGES PRIMAIRES.

Un second ligament de même forme générale que le précédent et qui lui est parallèle, adhère de la même manière à la face interne des follicules de toutes les *rémiges primaires,* du niveau du coude à la dernière. De cette plume jusqu'à l'articulation radio-carpienne (Fig. 1. L S) il a tous les caractères du précédent, avec un volume un peu plus grand seulement. A partir du niveau de cette articulation en allant vers le coude, on le voit doubler ou à peu près, nettement et graduellement, de largeur et de minceur, puis aussi ne plus présenter de renflements au ventre, entre chaque paire de plumes. Il ne constitue plus là qu'un régulier ruban fibreux (L Q) au lieu d'être élastique comme il l'est du niveau de l'articulation radio-carpienne au bout de l'aile et comme tout le précédent organe.

En même temps qu'il prend ces caractères, il acquiert un aspect fibreux, brillant, comme nacré.

On constate encore que ce fait coïncide avec l'absence des fibres élastiques anastomosées que possède la première portion de cet organe, comme aussi le précédent, avec leur remplacement par des faisceaux de fibres du tissu cellulaire; fibres que l'ébullition rend gélatiniformes, etc., loin d'en augmenter la matité, comme cela se voit pour sa portion *élastique.*

Ajoutons enfin que ce ligament, comme les follicules qu'il unit, est plus extérieur de quelques millimètres seulement que le précédent par rapport au plan médian du corps et qu'il est plus loin des os du bras que lui. Il s'insère également à la face interne des follicules plumeux sans être traversé par eux de part en part.

M. Alix (*loc. cit.*, 1874, p. 338) a décrit les deux ligaments précédents, en prenant le Cygne pour exemple, sous le nom de *ligaments communs des rémiges cubitales,* celui des rémiges primaires sous le nom particulier de *grand ligament palmaire supérieur,* celui des rémiges secondaires sous le nom de *grand ligament palmaire inférieur.* Il dit qu'ils se confondent au coude et à la main en atteignant la base des doigts, ce que nous n'avons

pu constater. Nous les avons toujours vu se terminer au follicule de la dernière plume soit digitale, soit cubitale, sans que jamais ici ils se confondent avec quelque organe que ce soit de l'aisselle.

M. Alix ne dit rien de leur nature ; il dit seulement du premier que c'est une grande *bande fibreuse* étendue le long de l'avant-bras et percée d'autant de trous qu'il y a de rémiges ; qu'à la base des doigts il se continue avec le périoste, qu'au coude il se continue dans l'aisselle et va se confondre avec le *tendon de la membrane axillaire,* dont le muscle s'insère sur les côtes ; qu'au niveau de chaque espace inter-plumaire ce ligament offre souvent un *épaississement formé de tissu élastique ;* qu'il n'appartient pas plus à la face palmaire des rémiges qu'à leur face dorsale.

Seulement M. Alix ne dit pas s'il s'agit des *rémiges primaires* ou des *rémiges secondaires,* ce qu'il eût été important de faire, car rien de plus manifeste que chacun d'eux appartient spécialement à l'un et non à l'autre de ces ordres de plumes.

Il dit que le ligament qu'il appelle *palmaire inférieur* est situé en entier à la face palmaire des rémiges, qu'il reçoit obliquement un cordon qui vient de la penne précédente, gagne la penne suivante et ainsi de suite jusqu'aux pennes métacarpiennes. Il ajoute que ce ligament n'existe pas chez tous les oiseaux. Nous l'avons cependant trouvé sur tous ceux que nous avons pu examiner, aussi bien que les rémiges secondaires au follicule desquelles il s'insère.

SUR L'ORGANE DIT TENDON DE LA MEMBRANE AXILLAIRE.

Il existe bien un muscle *costo-axillaire* à faisceaux striés, très rouges, aplatis, qui sur les *Uria*, par exemple naît de la dixième côte, sur le Coq de la sixième, sur les Goelands des troisième, quatrième et cinquième, sur les *Alca* des quatrième et cinquième côtes, etc. Il remonte entre les muscles de cette région, le grand dorsal, etc., et la peau du côté de l'aisselle. Là il forme un tendon grêle, mince, à faisceaux demi-transparents, mais dont la nature en tant que fibres tendineuses est facile à déterminer ; toutes ses fibres sont parallèles, finement onduleuses, fasciculées, à noyaux rares comparativement aux faisceaux de fibres-cellules dont nous allons parler.

Ce tendon gris, un peu jaune, à peine nacré, occupe le bord libre ou postérieur de la *membrane axillaire* et vient se terminer, par insertion sur une étendue de quelques millimètres, à la face profonde du derme qui correspond au-dessous de l'articulation scapulo-lumerale, peau que traversent les follicules des plus grosses plumes de cette région.

Par d'autres insertions il s'étale à la face profonde de la peau de l'aisselle où ses fibres se confondent avec le derme; il en résulte une véritable insertion diffuse à la peau ainsi qu'aux follicules d'un faisceau de grosses plumes implantées dans l'aisselle.

MUSCLE A FIBRES-CELLULES DE L'AISSELLE.

A partir de là et prenant une insertion déjà sur ce tendon des fibres-cellules fasciculées se continuent sous le bord libre du repli cutané ou *membrane axillaire* dont elles suivent la direction. Comme la peau même ce muscle de fibres-cellules se rapproche de plus en plus de l'humérus et vient se terminer en dépassant plus ou moins l'olécane du côté de l'avant-bras. On voit là que les ligaments des follicules plumeux décrits plus haut (p. 302), plus sous-cutanés que le muscle lisse, le dépassent en remontant du côté de l'aisselle pour se terminer comme nous l'avons dit, sans entrer en connexion avec ses fibres, contrairement à ce qu'indique M. Alix. C'est en effet ce long muscle à fibres-cellules, faisant suite à la direction du tendon ci-dessus (p. 303), mince d'abord puis grossissant à mesure qu'il approche de sa terminaison vers le coude, que M. Alix a décrit et figuré sous le nom de *tendon de la membrane axillaire*.

Les fibres de ce muscle s'insèrent périphériquement sur la paroi des follicules des plumes implantées sur le bord interne du bras et sur le tissu cellulaire dense qui réunit ces follicules. Ces insertions ont lieu depuis le sommet du coude jusqu'au milieu environ de l'humérus.

Or, ce muscle allongé, formant un faisceau à ventre charnu bien limité, demi-transparent, d'un gris à peine rosé, ni jaune, ni nacré, comme le sont les tendons, est formé de beaux faisceaux de fibres-cellules faciles à isoler. Il est facile de reconnaître ces faisceaux pour ce qu'ils sont par comparaison à ceux de l'intestin et par le nombre et les dispositions de leurs longs noyaux mis en évidence par l'acide acétique, etc.

Leur terminaison réelle, celle de ce muscle à fibres lisses en un mot, a lieu du côté du coude par insertion sur la portion profonde des follicules des six à huit premières plumes appartenant à celles de l'aisselle, qui sont comme enfoncés entre les follicules des dernières (ou *premières*) plumes cubitales.

A part des différences de proportions quant à la longueur du tendon du muscle *costo-axillaire* d'une part, à la longueur et à l'épaisseur du faisceau sus-indiqué de fibres-cellules pris pour un tendon, ces dispositions sont les mêmes sur les *Dacelo gigantea* Leach et autres passereaux que sur les palmipèdes.

Les courants induits déterminent dans les fibres lisses une contraction lente à s'établir et à disparaître. Le muscle devient globuleux, et, par suite de la traction opérée à ses extrémités, les plumes implantées dans le bord interne du bras dirigent leur extrémité terminale libre, vers l'aisselle, tandis que les plumes implantées dans l'aisselle dirigent leur extrémité libre vers le coude. Ces deux ordres de plumes qui, dans l'état d'extension de l'aile ou des directions à peu près parallèles, inclinent donc les unes vers les autres et s'entre-croisent légèrement. Ce double mouvement a pour effet de combler une échancrure remarquable qu'on observe sur le bord postérieur alaire entre les remiges primaires cubitales et le faisceau de plumes implanté dans l'aisselle. Cette échancrure, qui résulte de l'absence de longues plumes au bord interne du bras, est masquée par les plumes de l'aisselle que le muscle lisse attire en dehors dans la direction du coude.

Sur le Coq, ces deux organes ont une disposition plus compliquée. Le muscle *costo-axillaire* partant de la sixième côte se rend par un tendon nacré, mince, mais très net à la peau du milieu de l'aisselle, près de la sortie des grosses plumes qui sont là; mais en ce point il ne donne pas attache à des faisceaux de fibres cellules comme sur les palmipèdes, Nothura, etc. De ce point en retournant en arrière, un mince faisceau très net de fibres-cellules, long de 5 à 7 centimètres, partant de ce même endroit de l'aisselle, forme *ligament à la membrane axillaire*, en longeant la peau sous le bord de ce repli, pour aller s'étaler et se perdre dans le derme des flancs.

De plus un autre muscle à faisceaux rouges, striés, long de 1 à 2 centimètres seulement, naît de la deuxième ou de la troi-

sième côte et dès le niveau de l'aisselle, il est continué par un tendon grêle, brillant ; celui-ci longe la face postérieure du triceps, appliqué contre elle et il disparaît graduellement au niveau du coude (en descendant un peu plus bas). En même temps qu'il s'amincit jusqu'à cesser d'être, il donne insertion à une courte masse aplatie de fibres cellules ; cette masse est longue de 2 centimètres environ. Ces faisceaux s'insèrent à la peau et aux follicules sus-indiqués des dernières (ou *premières*) plumes cubitales à la manière des fibres-cellules notées plus haut (p. 307). Enfin un autre muscle épais est composé de fibres-cellules qui vont des ligaments de l'articulation du coude en un point de la face interne de l'épitrochlée, en s'écartant sous forme d'éventail pour s'insérer aux follicules de l'arrière du coude. Les faisceaux de fibres-cellules de ce muscle et du précédent sont pareils à ceux dont nous avons parlé à propos des palmipèdes.

Toutes ces dispositions plus ou moins difficiles à faire comprendre par une description résumée, sont cependant d'une facile dissection.

Sur le *Nothura*, le *tenseur de la membrane axillaire* vient de la sixième côte (Alix, *L'ostéologie, etc., du Nothura major*. « Journal de Zoologie ». Paris, in-8°, t. II, 1873, p. 55). M. Alix le figure comme ayant un tendon allant s'attacher à l'olécrane.

Nous ne parlons pas ici de la couche d'un gris demi-transparent à peine rosé de fibres-cellules, doublée elle-même d'un réseau de fibres élastiques souvent anastomosées, très nettes sous le microscope qui, sur les palmipèdes, etc., sépare tous les organes précédents du derme, hors les points où ils s'y fixent ; couche qui s'étend sous la peau des flancs, de la cuisse, du bras, etc., avec insertions de faisceaux sur les follicules plumeux de ces régions.

DU LIGAMENT ÉLASTIQUE DENTELÉ DES FOLLICULES DES RÉMIGES PRIMAIRES.

Un troisième *ligament élastique* s'étend du haut du cubitus à l'articulation radio-carpienne. Il forme une bandelette large de quelques millimètres. Un de ses bords réguliers adhère au bord inférieur ou postérieur du cubitus (LD) et à l'aponévrose qui recouvre les muscles de la région. Son autre bord, dirigé vers les rémiges primaires cubitales, est élégamment rendu dentelé

par des expansions triangulaires plus ou moins grandes. Ces dernières s'étendent en quelque sorte en arrière, de haut en bas ou en dehors en s'élargissant pour s'insérer par leur bord terminal sur la face interne de chaque follicule des rémiges primaires cubitales. Leur terminaison se prolonge en pointe plus ou moins longue (fig. 1, au-dessus de LR) du côté de l'adhérence du follicule au derme.

Il s'élargit plus ou moins d'une espèce à l'autre (pigeon, coq, etc.) au niveau de l'articulation radio-carpienne pour diminuer en raison d'un effilement rapide en quelque sorte, qui le rend assez brusquement de plus en plus étroit et le fait cesser d'être, remplacé qu'il est au niveau du métacarpe par le ligament fibreux (L); il sera question plus loin de ce ligament nacré que sa situation et son aspect fibreux amènent à cacher, plus ou moins, le ligament (LD) *élastique dentelé* dont nous parlons, examiné par sa face interne.

Ce ligament est figuré par M. Alix (*Sur l'ostéologie et la myologie du Nothura major.* « Journal de Zoologie ». Paris, 1873, t. II, p. 60, fig. 2, 5 et 6) sous le nom de : *triangles de tissu jaune élastique* du bord du tendon *rotateur des rémiges,* faisceau accessoire du *cubital antérieur.* Il rapporte ces *triangles* à l'aponévrose palmaire (Alix, *Sur l'appareil locomoteur des oiseaux.* Paris, 1874, in-8°, p. 341).

DU LIGAMENT FIBREUX A EXPANSIONS ALLANT AUX FOLLICULES DES RÉMIGES PRIMAIRES ET SECONDAIRES.

La disposition de ce ligament fibreux, blanc, nacré, rendue complexe par ses rapports de contiguïté avec la bandelette et les dentelures du ligameut précédent est surtout indiquée à l'explication de la figure 1 (L).

D'une manière générale, il compose dans son ensemble une bandelette fibreuse appliquée en dedans de la bande élastique dentelée décrite plus haut et adhérant par un bord à l'aponévrose d'enveloppe des muscles cubitaux et métacarpiens internes le long desquels elle se prolonge en se rétrécissant (L).

De son bord externe ou postérieur se détachent en expansions triangulaires allongées deux ligaments fixateurs pour chaque follicule des rémiges primaires et des grosses tectrices (LC); ligaments disposés de telle sorte que tout mouvement de ces

plumes qui tend son propre ligament amène la tectrice, par exemple, à s'appliquer sur la rémige primaire correspondante.

Ce sont ces expansions ligamenteuses folliculaires qui ont été figurées par M. Pettigrew, qui s'exprime ainsi à leur égard : « La bande longitudinale près de l'os se divise en deux appendices dont l'un entoure la racine de chaque plume de droite à gauche, l'autre de gauche à droite » (*loc. cit.*, p. 249, fig. 99 et 100). La base de ces expansions est plus ou moins large, d'une adhérence et d'une continuité plus ou moins étendue avec l'aponévrose d'enveloppe des muscles de l'avant-bras, d'une espèce à l'autre. Elle est très manifeste, par exemple, sur le pigeon, le coq, les rapaces, etc.

L'explication de la figure 1 ajoute aux faits ci-dessus l'indication de la manière dont un prolongement vers le cubitus, de la base de ces expansions ligamenteuses, s'insère chacun à l'un des tubercules de la rangée interne de cet os; tubercules correspondant à la série des follicules des rémiges secondaires, sans que le fond de ces follicules touche les tubercules. M. Alix a, du reste, décrit aussi ces expansions ligamenteuses précédentes (*loc. cit.*, 1874, p. 340).

Quant à la rangée des tubercules plus gros, que porte plus extérieurement le cubitus, ils correspondent au fond des follicules des rémiges primaires cubitales qui touchent ces tubercules même.

Ajoutons qu'avec l'aspect nacré de cette bandelette fibreuse et de ses expansions ligamenteuses folliculaires, coexiste sa composition par des fibres fasciculées du tissu cellulaire, gonflées par l'acide acétique et par l'eau bouillante qui rend ces organes gélatiniformes. Dans sa portion métacarpienne (seule figurée, en L) des faisceaux nettement limités de fibres-cellules, sont accolés aux expansions ligamenteuses d'une manière qu'il reste à déterminer.

Le ligament dentelé décrit plus haut montre au contraire sa bandelette et ses doublures d'un blanc jaunâtre mat, formé de fibres élastiques souvent anastomosées, non modifiées par l'acide acétique et conservant tous leurs caractères après l'action de l'eau bouillante, qui gonfle et rend demi-transparents les tissus fibreux proprement dits.

DU LIGAMENT ÉLASTIQUE DU FOLLICULE DES TECTRICES.

Depuis l'articulation radio-carpienne jusqu'à la dernière plume existe encore un ligament élastique qui relie les uns aux autres les follicules de toutes les grosses tectrices recouvrant extérieurement les rémiges primaires. Dans toute cette longueur de l'aile ce ligament est mince, membraneux, adhérent à la face interne de chaque follicule, en allant de l'un à l'autre ; il est étendu en hauteur ou largeur depuis le point où le follicule touche au métacarpien et à l'os des doigts contre lesquels il repose, jusque près de la face profonde du derme sans adhérer à ce dernier. Sur les Mouettes, par exemple, il atteint une largeur ou hauteur de près de deux centimètres, et ainsi plus ou moins d'une espèce à l'autre. Le bord libre ou cutané de ce ligament est souvent légèrement plus épais que le reste de son étendue.

Des fibres de tissu cellulaire plus ou moins fasciculées l'accompagnent ou plutôt en recouvrent la portion élastique moyenne membraneuse et lui donnent un aspect légèrement nacré, qui s'ajoute à sa teinte jaunâtre, qui la masque même un peu. Comme le précédent il est très prononcé sur les gallinacés.

§ 4. — Des ligaments élastiques du follicule des plumes caudales.

Il est encore deux autres ligaments totalement élastique annexés aux follicules plumeux. Tous deux appartiennent aux follicules des grosses plumes de la queue. Non seulement ils se distinguent des autres tissus par leur couleur d'un blanc mat et par leur élasticité, mais encore par ce fait que la coction exagère ces différences sur les rapaces, les passereaux, les gallinacés comme sur les palmipèdes.

Le premier de ces ligaments est presque immédiatement au-dessous du derme que traversent les plumes caudales pour s'étaler au dehors. Il constitue un cordon (épais d'un millimètre ou environ sur les goëlands) qui relie leurs douze follicules les uns aux autres en adhérant à leur face supérieure. Il présente un renflement peu prononcé entre chaque paire de plumes.

L'autre ligament occupe le même niveau à peu près à la face inférieure des douze follicules précédents. Seulement, il est tellement aminci au niveau de l'adhérence à la partie médiane

de chaque follicule qu'il est, sur quelques espèces, comme interrompu en ce point par une mince ligne, qui peut faire croire qu'il y a autant de ligaments que de paires de plumes ainsi réunies. Sur le goëland, les mouettes, etc., il recouvre les deux ou même toutes les plumes internes comme le fait le ligament élastique supérieur (fig. 3, SC). De ce ligament part en outre une mince expansion, nettement formée de fibres élastiques anastomosées, qui se rend à la peau en traversant le tissu adipeux de cette région.

Ces deux ligaments élastiques ne sont séparés l'un de l'autre, le supérieur de l'inférieur, que par l'épaisseur du tuyau des grosses caudales, variable d'une espèce d'animal à l'autre. Ils cessent brusquement d'exister de chaque côté dès qu'on arrive à la plume la plus externe, soit droite, soit gauche; il n'y a pas de ligament qui passe sur la ligne médiane, qui, en d'autres termes, aille de la plume la plus interne de droite sur la plume la plus interne de gauche, ou *vice versa* (fig. 3). A eux deux ils forment ainsi une bordure sous-cutanée au contour de la portion anguleuse du croupion d'où sortent les plumes caudales principales.

Nous n'avons trouvé de ces ligaments que la mention qu'en fait M. Alix, disant : *Un ligament élastique transparent les réunit* (les pennes de la queue) *et les rassemble* (*loc. cit.,* 1874, p. 351).

Des muscles (indiqués ci-après fig. 3, I), dont il existe un au-dessus, l'autre au-dessous de chaque côté de la queue, en se contractant, tant à droite qu'à gauche et *vice versâ*, font exécuter aux plumes de la queue de l'oiseau les mouvements de latéralité, avec ou sans abaissement et relèvement. On voit ces plumes être souvent soumises à cet ordre de mouvements. Les ligaments élastiques inférieur (fig. 3, S C) et supérieur ont au contraire pour action tant de ramener les unes près des autres les plumes qui ont été écartées d'abord, que de les maintenir rapprochées et de former de leur ensemble un tout, un organe à la fois résistant et flexible dans de certaines limites, utilisé pour le vol et même la natation; action physiquement accomplie et maintenue par ces ligaments sans intervention indispensable des contractions musculaires. L'action de ces ligaments (S C) est en un mot la même à la queue, comme cause et comme

effet, que celle qui est exercée sur les follicules des plumes alaires par les ligaments élastiques qui leur sont annexés (p. 303 et 304, fig. 1, L S).

Aux descriptions précédentes nous ajouterons encore les indications qui suivent. Sous la peau et plus ou moins de tissu adipeux on trouve, de chaque côté, un muscle mince se détachant du pubis (fig. 3, Pu) et se terminant sur le bord postérieur d'une forte aponévrose (A B) qui maintient d'autre part des muscles rouges épais appliqués contre la face inférieure du coccyx. Au niveau de ces insertions terminales ces muscles envoient en outre de petits tendons aux follicules des plumes sous-caudales et caudales qu'ils font mouvoir. Après que la portion rouge de ces muscles a été enlevée ceux des tendons qui vont aux plumes caudales proprement dites restent sous forme de prolongements (Y) du bord postérieur courbe de la forte aponévrose nacrée sus-indiquée (A B).

Ces tendons se dirigent obliquement du plan médian (Y) en dehors; après un trajet de 4 à 6 millimètres ils vont s'insérer sur les follicules plumeux à 2 ou 3 millimètres plus près du fond des follicules que le ligament élastique sous-caudal (S C). Près de cette insertion ils cèdent une branche un peu moins épaisse qu'eux qui va de dedans en dehors s'attacher elle-même sur le follicule voisin de ce côté. La plume interne la plus voisine du coccyx (P C) ne reçoit que cette expansion et n'a pas de ligament propre de cet ordre.

Outre le tissu fibreux qui donne au tissu de ces tendons sa ténacité sans extensibilité et son aspect nacré, on trouve adhérents à sa face supérieure, de nombreux faisceaux bien limités de fibres-cellules. Des faisceaux semblables de cet ordre, sont dirigés en sens inverse des ligaments (Y) ci-dessus, en formant une même couche ou membrane allant du fond du follicule vers son orifice, entre chaque paire de ces follicules.

§ 4. — De la structure des ligaments élastiques de l'aile des oiseaux.

Si maintenant on vient à comparer le tissu de ces divers ligaments, de l'un à l'autre, on constate de la manière la plus nette que les ligaments nacrés sont formés de fibres du tissu cellulaire fasciculées, parallèles, sans anastomoses inextensibles

et que, comme les tendons, leur tissu est rendu gélatiniforme par la coction.

Le tissu extensible et rétractile, dès qu'on le coupe, est d'un blanc mat un peu jaunâtre ; il conserve ces caractères au milieu des tissus fibreux, tendineux et cellulaires, que la coction rend gélatiniformes. Il est, de plus, formé de fibres élastiques du type de celles des ligaments des arcs vertébraux postérieurs, à nombreuses anastomoses, limitant des mailles courtes et étroites, fibres dont en quelques endroits les bords sont comme un peu rugueux. Rien de plus net en outre que le manque de toute action sur elles de l'ébullition et de l'acide acétique concentré ou étendu.

Le mince et large ligament élastique, rétractile après la section, qui unit les grosses *tectrices* du métacarpe et de la main, montre seul quelques reflets nacrés modifiant un peu son aspect jaunâtre, particularité qui se conserve même après une coction qui a rendu gélatiniformes les ligaments et les tendons. En même temps on constate cette autre particularité que, recouvert de faisceaux de fibres du tissu cellulaire, ce ligament est surtout formé de longues et larges fibres élastiques, à bords parallèles, réguliers; fibres qui elles-mêmes sont juxtaposées, avec un peu moins d'anastomoses que dans les ligaments élastiques des rémiges.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX.

Fig. 1. — Aile de la mouette, vue par la face inférieure. Cette figure et les suivantes sont à demi-schématiques.

H. Humérus.

R. Radius.

C. Cubitus.

M. Métacarpe.

Ph. Phalange dite du *doigt principal de l'aile* ayant à sa base au dehors la petite phalange dite du *doigt inférieur*.

Ph'. Phalange terminale ou phalangette de l'aile.

RP. Rémiges primaires.

RS. Rémiges secondaires. Deux d'entre elles ont été rabattues au devant des os de l'avant-bras pour laisser voir un des ligaments élastiques.

S. Sésamoïde du tendon (T) au-devant de l'articulation radio-carpienne.

T. Extrémité du tendon *clidométacarpien du pouce* et auquel ses

annexes élastiques (p. 292-294) ont fait donner à tort le nom de *ligament rétracteur* élastique de l'aile des oiseaux.

T' Insertion du tendon précédent sur l'os du pouce (*appendix* de quelques auteurs) vers son tiers interne.

LP. Ligament élastique du follicule des *rémiges primaires* dans sa moitié antérieure métacarpienne ou élastique.

LQ'. Portion fibreuse ou moitié cubitale du ligament fibro-élastique des *rémiges primaires*.

LS. Ligament élastique de follicules des *rémiges secondaires*. A partir du carpe, les rémiges secondaires ont été arrachées et le ligament est rabattu au-devant du métacarpe.

LD. Ligament dentelé élastique des follicules des rémiges primaires, étendu de l'articulation du coude à la radio-carpienne, où il se termine en s'élargissant au delà de LR.

L. Ligament fibreux nacré à sa base triangulaire, s'insérant d'une part au follicule des rémiges primaires, et d'autre part, au bord inférieur du petit métacarpien. Chaque rémige primaire est pourvue d'un ligament analogue ; mais ceux qui appartiennent aux rémiges cubitales présentent une disposition compliquée qui mérite une description spéciale. Chacun de ces ligaments, à partir de son insertion au follicule d'une rémige cubitale, suit le bord externe de la dent correspondante du ligament élastique dentelé. Son éclat nacré tranche sur la teinte jaune de celui-ci et rend la distinction facile, avant tout examen au microscope. Arrivé au niveau de l'intervalle qui sépare deux dents consécutives du ligament élastique, le ligament nacré se dédouble et une partie de ses fibres passe en avant et l'autre en arrière du ligament dentelé. Les fibres qui suivent le premier trajet s'étalent et, se réunissant aux fibres semblables venues des ligaments des rémiges voisines, forment un surtout fibreux qui recouvre le ligament dentelé et se rattache à l'aponévrose d'enveloppe des muscles de l'avant-bras. Au contraire, les fibres qui suivent le second trajet restent réunies sous forme de cordon et vont un peu obliquement en passant au-dessous de la face profonde du ligament élastique, s'insérer aux petits tubercules cubitaux formant la rangée correspondant sous le fond des follicules des rémiges secondaires ou internes (indiqués en LR). Par cette insertion comme par son aspect, sa conformation générale et sa structure, ce ligament rend évidentes ses homologies avec la portion plus étroite qui le continue comme bandelette, mais à larges expansions ligamenteuses allant aux follicules des rémiges primaires et aux grosses tectrices, bandelettes qui le continue le long du petit métacarpien (en L et LC, fig. 2).

LT. Ligament fibreux allant s'insérer sur une plume tectrice. Le trajet de ce ligament se voit sur la figure suivante.

Fig. 2. — Schéma représentant une coupe transversale de l'aile pas-

sant par le milieu du métacarpe, parallèlement aux plumes alaires. Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

LC. Coupe transversale du ligament élastique des follicules des tectrices.

T. Plume tectrice.

M. Coupe du plus gros métacarpien.

m. Coupe du plus petit métacarpien.

FP. Follicule de la rémige primaire. Les follicules des autres plumes sont également représentés, mais ne sont pas indiqués par des lettres.

Fig. 3. — Moitié droite de la queue d'un goëland, vue par la face inférieure.

CO, B. Coccyx.

PC. Une plume caudale de gauche.

P. La peau rabattue et fortement écartée en arrière.

SC. Le ligament élastique sous-caudal ou inférieur du follicule des plumes caudales.

Y. Série des expansions en forme d'Y, le muscle auquel elles font suite ayant été enlevé. Elles envoient une branche de bifurcation à l'un des follicules plumeux qui est sur le côté de chacune de leur portion principale. De la face dorsale du coccyx part un muscle qui envoie à la face opposée des follicules des plumes caudales, des tendons analogues aux précédents.

Pu. Extrémité inférieure ou postérieure du pubis.

I. Ischion avec un muscle rouge assez fort qui, de cet os, se rend au côté externe et inférieur du follicule le plus externe des plumes caudales (C). Il écarte les unes des autres ces grosses plumes et en même temps les tire en bas. Un muscle antagoniste partant du bord postérieur du sacrum, existe au même niveau du côté de la face supérieure de la queue (près de A.).

AB. Coupe d'une forte aponévrose nacrée qui tient appliqués contre la face inférieure du coccyx, des muscles rouges qui ne vont qu'au sacrum et dont la face supérieure reste séparée des follicules plumeux des caudales par une couche de tissu adipeux sans insertion sur eux dans les points où les bords de ces muscles passent sous ces follicules.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LE LIEU DE FORMATION DE L'URÉE

Par MM. GREHANT et QUINQUAUD

Pour rechercher le lieu où se forme l'urée, plusieurs expérimentateurs ont cherché à doser cette substance dans le sang artériel et dans le sang veineux. Les recherches de Poiseuille et Gobley (1) ont montré « que le sang provenant d'un organe contient tantôt plus, tantôt moins d'urée que le sang « qui s'y rend; 1,000 grammes de sang de l'artère carotide « renfermaient 0gr,216 d'urée et 1,000 grammes de sang de la « veine jugulaire 0gr,233; dans une autre expérience, 1,000 « grammes de sang de l'artère carotide contenaient 0gr,219 « d'urée, et le même poids de sang de la veine jugulaire contenait seulement 0gr,187. »

Nous avons pensé que des résultats aussi variables pouvaient tenir au mode de dosage employé, le procédé de Liebig-Bunsen par l'azotate de bioxyde de mercure, et nous avons entrepris au Muséum d'histoire naturelle, dans le Laboratoire de Physiologie générale de M. le Professeur Rouget, une série de recherches comparatives pour essayer d'élucider une question si importante en physiologie et en pathologie.

Il fallait employer une méthode de traitement du sang et de dosage de l'urée offrant toute garantie, et nous avons choisi le procédé que l'un de nous (2) a fait connaître en le perfectionnant dans certains détails; il consiste à faire un extrait alcoolique du sang, à dissoudre dans l'eau le résidu sec de l'évaporation, à introduire dans le vide cette solution et à la traiter par une liqueur obtenue en versant sur un globule de mercure un grand excès d'acide nitrique pur, liqueur verte chargée de vapeurs nitreuses qui décompose immédiatement les moindres traces

(1) Poiseuille et Gobley (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1859).

(2) *Recherches physiologiques sur l'excrétion de l'urée par les reins*, par N. Gréhant (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris). Victor Masson, 1870.

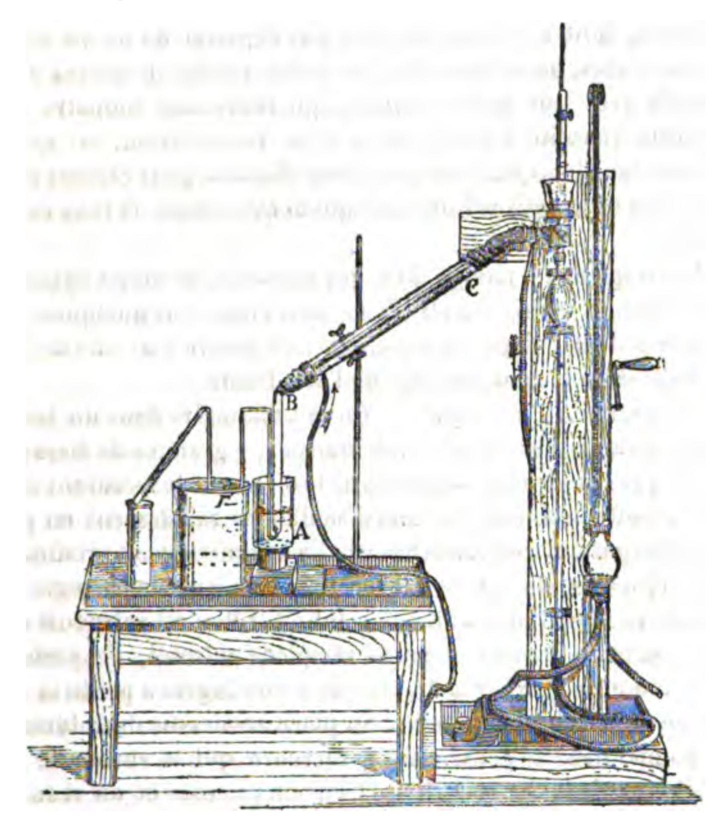
d'urée en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique, gaz que l'on recueille à l'aide de la pompe à mercure dans des cloches graduées.

Il est nécessaire que nous décrivions dans tous ses détails notre manière d'opérer, afin que les expérimentateurs qui voudront répéter nos expériences puissent arriver aux mêmes résultats que nous.

Préparation de l'extrait alcoolique du sang. — Toutes nos expériences ont été faites sur le chien à jeun ou en digestion; l'animal étant convenablement fixé sur une gouttière, on découvre l'artère carotide et on introduit dans ce vaisseau une canule métallique munie d'un tube de caoutchouc fermé par une baguette de verre plein; à l'aide d'une seringue de verre d'une capacité de 25^{cc} environ, on aspire du sang dans l'artère et on l'injecte dans un flacon de verre bouché à l'émeri et numéroté qui a été pesé à l'avance; le flacon, agité jusqu'à ce que le sang soit défibriné, est pesé de nouveau : la différence des deux poids fait connaître le poids du sang; on verse immédiatement dans le flacon un volume d'alcool à 90 degrés triple de celui du sang, on agite pour que le mélange soit homogène et on laisse l'alcool agir sur le sang pendant vingt-quatre heures. Le lendemain, on sépare le liquide alcoolique du coagulum à l'aide d'une presse; on emploie un morceau de toile de lin que l'on étend sur une auge en métal peu profonde et présentant un canal latéral au-dessous duquel est placée une capsule de porcelaine; l'égouttage a lieu d'abord; pour empêcher le tourteau de se mélanger au liquide clair qui s'écoule, on replie l'un sur l'autre les bords de la toile, on recouvre l'auge d'une pièce de métal qui en est exactement le moule et on soumet à une pression énergique à l'aide de la vis : on obtient ainsi un liquide tout à fait clair, légèrement jaunâtre, et ne contenant aucune particule solide; le tourteau ainsi séparé, qui paraît presque entièrement sec, est broyé dans un mortier de fer et traité de nouveau par un volume d'alcool égal au volume du sang employé : ce magma est soumis une seconde fois à la presse. La capsule renfermant l'extrait alcoolique est portée sur un bain d'eau bouillante formé d'un cylindre de fer blanc, à large surface, dont le couvercle est percé d'un nombre de trous suffisant pour recevoir à la fois huit capsules; en faisant bouillir de l'eau

dans ce bain-marie peu profond, on obtient l'évaporation complète de l'alcool en une heure et demie environ.

Dosage de l'urée. — L'appareil que nous avons employé pour doser l'urée se compose d'un long tube de verre de 2 centimètres de diamètre courbé à angle obtus, présentant une branche verticale AB et une branche BC longue de 1 mètre, inclinée sur l'horizon et unie à son extrémité C par un tube de caoutchouc à parois épaisses au robinet d'aspiration d'une pompe à mercure; à l'extrémité inférieure A de la branche verticale, on a fait souder un long tube de verre à demi-capillaire en forme de M qui se



recourbe plusieurs fois, présente un robinet de verre maintenu immergé dans l'eau et se termine par une extrémité libre qui sert à introduire successivement dans le tube récipient la solution d'urée et le réactif qui doit la décomposer; ajoutons que la

branche inclinée BC est enveloppée d'un long manchon de verre servant de réfrigérant, qui est constamment parcouru par un courant d'eau froide destiné à détruire la mousse qui se produit lors de la réaction, et à former une fermeture hydraulique autour du caoutchouc qui réunit le récipient à la pompe à mercure.

On commence par faire manœuvrer la pompe à mercure pour obtenir dans le récipient, dont le robinet *r* est fermé, un vide partiel qui permet l'introduction de la solution faite dans l'eau du résidu sec de l'extrait alcoolique adhérent aux parois de la capsule ; l'expérience nous a montré qu'il est nécessaire de faire pénétrer dans le récipient non seulement la partie liquide de la solution, dont le volume ne doit pas dépasser 30 ou 40 centimètres cubes, mais aussi les particules solides détachées de la capsule avec une petite spatule, qui retiennent toujours une certaine quantité d'urée ; après cette introduction, on ajoute encore dans la capsule un peu d'eau distillée pour chasser dans le récipient le petit volume de liquide qui remplit le tube capillaire.

Le récipient est plongé dans un manchon de métal cylindrique (litre en étain) rempli d'eau bouillante, par quelques manœuvres de la pompe on obtient le vide absolu : on enlève l'eau chaude et on la remplace par de l'eau froide.

Préparation du réactif. — On fait dissoudre dans un tube à essai contenant 10^{cc} d'acide nitrique pur, 1 gramme de mercure, poids que nous avons toujours pris le même en le mesurant dans une pipette capillaire ; le métal se dissout rapidement en donnant des gaz qui sont absorbés par l'acide nitrique et produisent une liqueur verte qui agit avec une très grande énergie sur l'urée. Ce réactif plus actif que celui de Millon est introduit avec une certaine lenteur dans le récipient refroidi, l'expérience ayant montré que le réactif chauffé à 100 degrés a perdu la propriété de décomposer l'urée : on place au-dessus du robinet de la pompe dans la petite cuve à mercure qui le surmonte une cloche graduée de 50^{cc} divisée en cinquièmes et on recueille par les manœuvres de la pompe le gaz provenant de la réaction après avoir remplacé l'eau froide du manchon par de l'eau bouillante qui permet le dégagement complet de l'acide carbonique, de l'azote et du bioxyde d'azote qui se produisent dans la décomposition de l'urée.

Analyse des gaz. — Les gaz sont analysés sur le mercure dans une cuve profonde en fer dont la cuvette supérieure est munie de glaces à faces parallèles; on fait la lecture en menant la tangente inférieure au ménisque d'eau qu'on a laissée en petite quantité dans le tube au-dessus du mercure, les gaz ayant été maintenus immergés avec la cloche dans le mercure pendant quelques minutes pour que la température soit la même que celle du métal. On introduit dans la cloche graduée un morceau de potasse, on ferme l'extrémité inférieure du tube avec le pouce recouvert d'un doigtier de caoutchouc et on agite vivement le gaz avec la potasse pour absorber complètement l'acide carbonique; la solution de potasse dans l'eau qui recouvre le mercure présentant un ménisque moins net que celui de l'eau pure, nous avons reconnu utile après l'agitation des gaz avec la solution alcaline d'introduire dans le tube 1 à 2 centimètres cubes d'eau en portant le tube gradué dans un bocal plein d'eau et en faisant écouler un peu de mercure; l'eau pure qui remplace le métal se place au-dessus de la solution de potasse qui est plus dense, le ménisque devient tout à fait clair et la tangente menée rencontre une division que l'on inscrit: le volume d'acide carbonique étant obtenu par différence, on porte le tube gradué dans un bocal rempli d'une solution saturée de sulfate de protoxyde de fer que l'on agite à plusieurs reprises avec les gaz restants; le bioxyde d'azote est absorbé complètement et il reste un volume d'azote que l'on mesure sur l'eau et qui est toujours un peu plus grand que le volume d'acide carbonique trouvé : cela tient à ce que le réactif lui-même dégage toujours de 1 à 2 centimètres cubes d'azote : toutefois, la mesure du volume de l'azote fournit un contrôle du chiffre de l'acide carbonique dont le volume a été choisi de préférence pour calculer le poids d'urée contenu dans le sang.

Calcul du poids d'urée. — Supposons que $27^{gr},8$ de sang aient donné $5^{cc},8$ d'acide carbonique saturé d'humidité à 15 degrés et à la pression de 755 millimètres, la température étant prise dans la cuve à mercure et la pression étant mesurée avec un baromètre de Fortin ; le volume d'acide carbonique trouvé doit être ramené sec à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres.

Nous nous nous sommes servis pour cette correction de la

table des coefficients qui a été publiée par Gréhant et Mer (1) et que nous intercalons ici : nous voyons qu'à la température de

COEFFICIENTS DE CORRECTION.

Températures.	Pressions. 740 millim.	Pressions. 780 millim.	Différence pour 1 millimètre de pression.			Températures.	Pressions. 740 millim.	Pressions. 780 millim.	Différence pour 1 millimètre de pression.		
0°.0	0.968	1.020	0.0013		0.0013	19.0	0.887	0.936	0.001225	2	0.002450
0.5	0.966	1 018	»	1	0.0013	19.5	0.885	0.934	»	3	0.003675
1.0	0.964	1.016	»	2	0.0026	20.0	0.883	0.932	»	4	0.0049
1.5	0.962	1.014	»	3	0.0039	20.5	0.881	0.930	»	5	0.006125
2.0	0.959	1.011	»	4	0.0052	21.0	0.878	0.927	»	6	0.00735
2.5	0.957	1.009	»	5	0.0065	21.5	0.876	0.925	»	7	0.008575
3.0	0.955	1.007	»	6	0.0078	22.0	0.874	0.923	»	8	0.0098
3.5	0.953	1.005	»	7	0.0091					9	0.011025
4 0	0.951	1.003	»	8	0.0104						
4.5	0.949	1.001	»	9	0.0117						0.0012
5.0	0.947	0.999	»			22.5	0.872	0.920	0.0012	1	0.0012
5.5	0.945	0.996	0.001275			23.0	0.870	0.918	»	2	0.0024
						23.5	0.867	0.915	»	3	0.0036
6.0	0.943	0.994	»		0.001275	24.0	0.865	0.913	»	4	0.0048
6.5	0.941	0.992	»	1	0.001275	24.5	0.862	0.910	»	5	0.0060
7.0	0.939	0.990	»	2	0.00255	25.0	0.860	0.908	»	6	0.0072
7.5	0.937	0.988	»	3	0.003825	25.5	0.857	0.905	»	7	0.0084
8.0	0.935	0.986	»	4	0.0051	26.0	0.855	0.903	»	8	0.0096
8.5	0.932	0.983	»	5	0.006375	26.5	0.853	0.901	»	9	0.0108
9.0	0.930	0.981	»	6	0.00765						
9.5	0.928	0.979	»	7	0.008925	27.0	0.850	0.898	»		0.001175
10.0	0.926	0.977	»	8	0.0102	27.5	0.848	0.896	»	1	0.001175
10.5	0.924	0.975	»	9	0.011475	28.0	0.845	0.893	»	2	0.00235
11.0	0.922	0.972	0.00125			28.5	0.842	0.890	»	3	0.003525
11.5	0.920	0.970	»			29.0	0.840	0.888	»	4	0.0047
						29.5	0.838	0.885	0.001175	5	0.005875
12.0	0.918	0 968	»		0.00125	30.0	0.836	0.883	»	6	0.00705
12.5	0.916	0.966	»	1	0.00125	30.5	0.833	0.880	»	7	0.008225
13.0	0.914	0.964	»	2	0.00250	31.0	0.830	0.877	»	8	0.0094
13.5	0.911	0.961	»	3	0.00375	31.5	0.828	0.875	»	9	0.010575
14.0	0.909	0.959	»	4	0.005						
14.5	0.907	0.957	»	5	0.00625						0.00115
15.0	0.905	0.955	»	6	0.0075	32.0	0.825	0.872	»	1	0.00115
15.5	0.903	0.953	»	7	0.00875	32.5	0.823	0.870	»	2	0.0023
16.0	0.900	0.950	»	8	0.01	33.0	0.820	0.867	»	3	0.00345
16.5	0.898	0.948	»	9	0.01125	33.5	0.817	0.864	»	4	0.0046
17.0	0.896	0.946	»			34.0	0.815	0.861	0.00115	5	0.00575
17.5	0.894	0.944	»			34.5	0.812	0.858	»	6	0.0069
						35.0	0.809	0.855	»	7	0.00805
18.0	0.892	0.941	0.001225		0.001225	»	»	»	»	8	0.0092
18.5	0.890	0.939	»	1	0.001225	»	»	»	»	9	0.01035

15 degrés et à la pression de 740 millimètres, le coefficient par lequel il faut multiplier le volume gazeux est 0,905 ; mais la pression 755 diffère de la pression 740 de 15 millimètres ; pour

(1) *Journal de physique théorique et appliquée*, t. III, 1874.

chaque millimètre d'augmentation dans la pression, il faut ajouter 0,00125, pour 15 millimètres, il faut ajouter 0,0187; le coefficient de correction est donc

$$0{,}905 + 0{,}0187 = 0{,}9237 :$$

c'est par ce nombre qu'il faut multiplier le volume 5,8 d'acide carbonique pour le ramener sec à 0 et à la pression de 760 millimètres; on trouve que le produit est égal à 5,3. Un calcul très simple d'équivalents en partant de la formule de l'urée $CO(AzH^2)^2$ montre que chaque centimètre cube d'acide carbonique (volume corrigé) représente $2^{mmgr},683$ d'urée pure; il en résulte que $27^{gr},8$ de sang contenaient $5{,}3 \times 2{,}683$ d'urée et 100 grammes de sang auraient contenu un poids d'urée en milligrammes donné par la formule :

$$\frac{100 \times 0{,}9237 \times 5{,}8 \times 2{,}683}{27{,}8}$$

Cette formule est calculable par logarithmes; on abrège beaucoup les calculs et on obtient des résultats plus exacts en se servant des tables, car si l'on a fait sept ou huit analyses d'urée dans une seule séance au Laboratoire, le même coefficient de correction s'applique à tous les dosages et on a une somme et une différence de logarithmes dans laquelle deux termes seuls sont variables, l'un en numérateur qui représente le volume d'acide carbonique mesuré et l'autre en dénominateur qui représente le poids de sang sur lequel on a opéré.

Efficacité du réactif. — Pour nous rendre compte du poids d'urée que le réactif préparé avec 1 gramme de mercure peut décomposer, nous avons introduit dans le récipient une solution de 10 grammes d'urée pure dans 50^{cc} d'eau distillée: le vide absolu étant obtenu tout d'abord, nous avons fait pénétrer le réactif et nous avons recueilli trois cloches de gaz qui contenaient en totalité $95^{cc},6$ d'acide carbonique, 103,5 d'azote et un peu de bioxyde d'azote. Les volumes d'acide carbonique et d'azote ont donc été trouvés peu différents, quoique le volume de l'azote soit plus grand, une certaine quantité de ce gaz provenant du réactif; $95^{cc},6$ d'acide carbonique après la correction indiquée ci-dessus, ont été ramenés à $95{,}6 \times 0{,}9237 = 88^{cc},3$ qui correspondent à $2{,}683 \times 88{,}3 = 237$ milligrammes d'urée, nombre

beaucoup plus grand qu'aucun de ceux que nous avons obtenus dans le dosage de l'urée contenue dans le sang à l'état physiologique. Toutefois, si l'on avait voulu décomposer la totalité de l'urée introduite dans le récipient, 10 grammes, il aurait fallu une quantité de réactif quarante-deux fois plus grande, c'est-à-dire dissoudre 42 grammes de mercure dans un excès d'acide azotique, ce qui aurait produit le volume très embarrassant de $3^l,708$ d'acide carbonique et un volume d'azote plus grand encore; aussi notre procédé ne doit être employé que pour le dosage de l'urée contenue dans des liquides convenablement dilués et ne renfermant pas une trop grande quantité de cette substance.

Remarque importante. — Des expériences multipliées nous ont montré que la décomposition complète de l'urée contenue dans des liquides qui en renferment très peu exige l'introduction faite à plusieurs reprises de notre réactif et nous avons reconnu que le volume d'acide carbonique obtenu par l'action du premier réactif est toujours légèrement inférieur au volume total de ce gaz que l'on obtient ainsi successivement, ainsi par exemple, dans un cas où nous avons opéré sur l'extrait de 26,2 grammes de sang :

Le 1er	réactif a donné	$5^{cc},9$	d'acide carbonique.
Le 2me	—	$0^{cc},6$	—
Le 3me	—	$0^{cc},2$	—
Total.		$6^{cc},7$	—

DESCRIPTION DES EXPÉRIENCES

Observation I. — Chez un chien en digestion, trois heures après le repas, on aspire par le procédé ordinaire qui est décrit dans l'observation suivante, deux seringues de sang dans les veines sus-hépatiques.

Immédiatement après on prend le même poids de sang dans l'artère carotide :

100 gr. de sang des veines sus-hépatiques. .	66^{mmg} d'urée.
— de l'artère carotide.	56,9

Il y avait donc $9^{mmg},1$ d'urée en plus dans 100 gr. de sang qui a traversé le foie.

Obs. II. — Le 11 février 1884, sur un chien à jeun, on découvre la veine jugulaire et on introduit par une ouverture faite à ce vaisseau une longue sonde en étain que l'on fait pénétrer dans la veine cave inférieure;

on s'assure que la sonde se trouve dans ce vaisseau en faisant une incision immédiatement au-dessous des fausses côtes à droite, en insinuant le doigt entre le rein droit et le foie, on tombe sur la veine cave et on sent l'extrémité de la sonde; on exerce sur la veine cave une compression énergique, on aspire avec une seringue fixée au bout libre de la sonde, le sang ne pénètre pas dans le vide partiel, mais en retirant la sonde peu à peu, il arrive un moment où le sang pénètre instantanément dans la seringue, ce qui a lieu quand l'extrémité de la sonde vient se placer en face des veines sus-hépatiques. On prend ainsi deux seringues de sang qui est injecté dans un flacon; puis immédiatement après on aspire un volume égal de sang dans l'artère carotide.

L'animal est sacrifié; on ouvre largement le thorax et l'abdomen, et on applique deux ligatures sur la veine cave inférieure, l'une au-dessous du foie, l'autre au-dessus du diaphragme. On plonge un trocart dans la veine cave entre ces deux ligatures et on aspire du sang qui a traversé le foie et que l'on injecte dans un flacon taré.

Le dosage de l'urée dans ces trois échantillons de sang a fourni les poids d'urée suivants pour 100 gr. de sang.

Sang des veines sus-hépatiques	23^{mmg},4	d'urée.
— de l'artère carotide...........	20	4
— des veines sus-hépatiques après la mort.	28	4

Nous concluons que le sang des veines sus-hépatiques contient plus d'urée que le sang artériel.

Obs. III. — 15 février 1884. Sur un chien de petite taille, on prend du sang successivement dans le bout périphérique de la veine crurale, dans l'artère fémorale, dans la veine jugulaire (bout périphérique) et à l'origine de la veine cave supérieure à l'aide d'une sonde introduite par la veine jugulaire.

100 gr. de sang	de la veine fémorale contenaient		31^{mmg}	d'urée.
—	de l'artère fémorale	—	31	8
—	de la veine jugulaire	—	29	9
—	de la veine cave supérieure	—	31	8

Ces quatre échantillons de sang renfermaient donc à peu près exactement la même quantité d'urée.

Obs. IV. — Le 22 février, chez un chien de forte taille, on fait une longue ouverture à l'abdomen; on découvre une des branches d'origine de la veine porte sur laquelle on applique uue ligature; on incise ce vaisseau et on recueille dans une capsule un jet de sang noir venant du côté de l'intestin, on obtient ainsi 77 gr. de sang qui est versé dans un flacon et additionné d'alcool. Par la veine jugulaire on aspire 72 gr. de sang des veines sus-hépatiques par le procédé ordinaire.

L'animal est sacrifié par section du bulbe, on ouvre le thorax; on découvre le canal thoracique qui est lié et détaché dans une certaine étendue; par une incision faite à la paroi du vaisseau, on voit s'échapper du chyle de couleur rose que l'on recueille dans une capsule, on obtient ainsi 12 grammes de chyle en faisant exercer des compressions intermittentes sur les intestins et sur le

foie; le chyle est additionné d'alcool et soumis au même procédé de recherche que le sang, nous avons trouvé que :

100 gr.	de sang de la veine porte contenaient	71^{mmg},5	d'urée.
—	de sang des veines sus-hépatiques —	84	9
—	de chyle —	95	5

Ainsi le sang des veines sus-hépatiques contient plus d'urée que le sang de la veine porte et le chyle est encore plus riche en urée que le sang.

Déjà Wurtz avait montré que le chyle et la lymphe renfermaient de l'urée; il avait dosé cette substance comparativement dans le sang, dans le chyle et dans la lymphe des grands herbivores et trouvé pour ces trois liquides le même nombre 0^{gr},092 pour 1,000 gr. de liquide.

Obs. V. — Le 27 février, chez un chien griffon à jeun, de moyenne taille, on découvre la veine jugulaire et l'artère carotide, puis on ouvre l'abdomen pour découvrir la veine splénique. On prend successivement et aussi rapidement que possible du sang de l'artère carotide, du sang des veines sus-hépatiques et du sang d'une veine splénique, près de la rate. Les nombres que nous avons obtenus ont été les suivants :

100 gr.	de l'artère carotide.	24^{mmg},5	d'urée.
—	des veines sus-hépatiques. . . .	26	1
—	de la veine splénique.	33	7

Ainsi le sang des veines sus-hépatiques renfermait plus d'urée que le sang artériel, mais moins que le sang provenant de la rate qui était le plus riche en urée.

Obs. VI. — Le 3 mars, chez un chien lévrier mâle, à jeun, on découvre l'artère carotide et la veine splénique et on prend successivement du sang dans ces deux vaisseaux, puis dans les veines sus-hépatiques. On enlève la rate, après avoir appliqué des ligatures en différents points sur le hile, une heure après l'ablation de la rate, on reprend du sang dans les veines sus-hépatiques et dans l'artère carotide; voici les résultats du dosage de l'urée :

100 gr.	de sang de l'artère carotide.	35^{mmg},6	d'urée.
—	de la veine splénique. . . .	37	7
—	des veines sus-hépatiques. .	39	
	1 heure après l'ablation de la rate.		
—	des veines sus-hépatiques .	22	4
—	de l'artère carotide	39	8

Ainsi nous trouvons toujours plus d'urée dans le sang de la veine splénique et dans celui des veines sus-hépatiques que dans le sang de l'artère carotide; la forte diminution dans le chiffre de l'urée qui a été trouvée dans le sang des veines sus-hépatiques après l'ablation de la rate, peut être expliquée par le trouble apporté par l'opération dans la circulation abdominale et dans la production de l'urée dans les viscères abdominaux.

Obs. VII. — Le 5 mars, chez un chien de forte taille, en digestion, on prend successivement du sang dans l'artère carotide, dans les veines sus-hépatiques et dans les veines spléniques.

100 gr. de sang de l'artère carotide renfermaient		29mmg,7	
—	des veines sus-hépatiques....	36	7
—	des veines spléniques......	35	9

Les différences sont toujours dans le même sens.

Obs. VIII. — Le 10 mars, chez un chien de forte taille, en digestion, on a dosé l'urée dans différents échantillons de sang et dans le chyle dont on a obtenu 15 grammes en faisant une incision au canal thoracique et en exerçant des pressions intermittentes sur l'abdomen.

100 gr. du sang de l'artère carotide..........		36mmg,8	
—	de la veine porte, bout périphérique.	42	5
—	de la veine splénique.........	53	1
—	de chyle...............	59	

Le sang de la veine porte contenait plus d'urée que le sang artériel, mais le sang venant de la rate en contenait plus que le sang de la veine porte et la proportion de l'urée dans le chyle a été trouvée encore plus grande.

Obs. IX. — Le 13 mars. Chien en digestion :

100 gr. du sang de l'artère carotide....		40mmg
—	des veines sus-hépatiques	44
—	de la veine porte.....	52

Le sang de la veine porte a été recueilli une heure environ après celui de l'artère carotide.

Obs. X. — 17 mars. Chien en digestion.

100 gr. de sang de la veine splénique.........		57mmg,2	
—	— porte (bout périphérique).	53	5
—	— mésentérique.......	55	4
—	artère fémorale............	52	5

Les divers échantillons de sang veineux abdominal renfermaient plus d'urée que le sang artériel.

Obs. XI. — 24 mars. Chien en digestion.

100 gr. de sang de l'artère carotide......		43mmg,9	
—	la veine cave inférieure au niveau des veines rénales.	36	7
100 gr. de chyle.................		46	»

Le sang a été pris dans la veine cave inférieure pendant que le doigt comprimait le vaisseau au-dessous de l'embouchure des veines rénales, et on voit que le sang qui a été ainsi recueilli contenait 7mmg,2 d'urée en moins que le sang artériel.

Cette fois encore le chyle contenait plus d'urée que le sang de l'artère carotide.

Obs. XII. — 31 mars. Chien en digestion.

100 gr. de sang de l'artère carotide......		45mmg,8	
—	veine cave inférieure au-dessous des veines rénales	49	2
—	des veines rénales.....	38	5

Le sang des veines rénales a été pris de la même manière que dans l'expérience précédente et les résultats sont semblables.

Obs. XIII. — 4 avril. Chien en digestion.

100 gr. de sang de l'artère carotide		82mmg	2
—	des veines spléniques	92	1
—	de la veine porte (côté de l'intestin)	89	»

Obs. XIV. — 15 avril. Chien morphiné en digestion.

100 gr. de sang de l'artère carotide		46mmg	6
—	des veines sus-hépatiques	50	6
—	des veines sus-hépatiques	55	9

Obs. XV. — 17 avril. Chien en digestion.

100 gr. de sang de l'artère carotide		76mmg	2
—	des veines spléniques	84	5

Obs. XVI. — 17 avril. Chien en digestion.

100 gr. de sang du cœur droit		38mmg	4
—	de l'artère carotide	43	2
—	des veines sus-hépatiques	52	9
—	de l'artère carotide	38	5

Obs. XVII. — 25 avril. Chien en digestion.

100 gr. de sang des veines sus-hépatiques		59mmg	5
—	de l'artère carotide	38	8
—	des veines sus-hépatiques	46	7
—	de l'artère carotide	42	2
— de chyle		46	»

Obs. XVIII. — 25 avril. Chien en digestion.

100 gr. de sang de la veine splénique		63mmg	2
—	l'artère carotide	55	4

Toujours le sang de la veine splénique s'est montré plus riche en urée que le sang artériel.

Obs. XIX. — 30 avril. Chien de petite taille en digestion.

00 gr. de sang de l'artère carotide		82mmg	3
—	des veines spléniques	89	»
—	de l'artère carotide	80	7
— de chyle		101	»

Obs. XX. — 5 mai. Chien de petite taille à jeun depuis la veille.

100 gr. de sang des veines sus-hépatiques		66mmg	7
—	— —	62	2
—	de l'artère carotide	54	7
— de chyle et lymphe		93	2

Ici comme dans l'expérience précédente, le chyle mélangé de lymphe, contenait plus d'urée que le sang artériel.

Obs. XXI. — Chien à jeun depuis la veille.

100 gr. de sang de la veine fémorale (bout périphérique).		59mmg,5	
—	l'artère carotide	56	9
—	veine jugulaire (bout périphérique).	51	1
—	l'artère carotide	51	5

Ces chiffres démontrent que le sang qui revient de la tête ou des membres, contient à peu près autant d'urée que de sang artériel, résultat encore confirmé par l'expérience suivante :

Obs. XXII. — 14 mai. Chien à jeun depuis la veille.

100 gr. de sang de la veine fémorale.		55mmg,55 d'urée.	
—	l'artère carotide.	53	4
—	la veine jugulaire.	54	1
—	l'artère carotide	51	5

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Il résulte de nos nombreuses expériences que le sang des veines sus-hépatiques, des veines spléniques, et celui de la veine porte contiennent toujours plus d'urée que le sang artériel pris dans l'artère carotide, d'où nous pouvons conclure que les viscères abdominaux sont le siège d'une formation continue d'urée.

Nous n'avons pas pu constater dans le sang qui revient de la tête et des membres une différence notable en le comparant au sang artériel.

Quant au chyle mélangé de lymphe que nous avons recueilli dans le canal thoracique après la mort en pratiquant la respiration artificielle, nous l'avons toujours trouvé plus riche en urée que le sang artériel et que le sang veineux.

Nous devons faire remarquer en terminant que les différences trouvées dans le poids d'urée contenue dans les échantillons de sang, sont plus grandes chez les animaux en digestion que chez les animaux à jeun. Ce qui est en rapport avec les résultats obtenus par Becker et Voit (cités par Kuhne dans son *Traité de chimie physiologique*) qui démontrent une excrétion d'urée beaucoup plus grande dans les heures qui suivent les repas que dans les heures qui les précèdent. Nous ajouterons qu'une différence même très faible entre deux échantillons de sang pesant chacun 25 grammes, recueillis chacun pendant une minute, ne s'élèverait-elle qu'à 1 milligramme, donnerait pour 24 heures une différence de 1gr,440, en admettant une production d'urée proportionnelle au temps.

MÉMOIRE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DE L'UTÉRUS ET DU VAGIN

ENVISAGÉ PRINCIPALEMENT CHEZ LE FOETUS HUMAIN

Par MM. F. TOURNEUX et Ch. LEGAY

(Travail du Laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Lille)

(PLANCHES XX à XXV.)

On peut considérer aujourd'hui comme un fait démontré que l'utérus et le vagin se forment aux dépens des extrémités inférieures des conduits de Müller, sans participation du sinus uro-génital, contrairement à l'opinion de J. Müller, Rathke et Lilienfeld. Les nombreux mémoires concernant les conduits de Müller, dont on trouvera les principales indications à la fin de ce travail, nous ont fait connaître d'une façon précise l'histoire des premiers développements de ces conduits. Nous savons comment chaque conduit de Müller débute sous forme d'involutions multiples de l'épithélium germinatif au sommet du corps de Wolff, et comment ces involutions s'unissant dans la profondeur, donnent ensuite naissance à un tube longitudinal qui s'avance vers le cloaque, en se frayant un chemin entre l'épithélium germinatif et le canal de Wolff (1). Nous n'avons sur ces premiers stades aucun fait nouveau à ajouter aux données des auteurs.

Le mauvais état de conservation des embryons humains que l'on recueille pendant les deux premiers mois de la vie intra-utérine, fait que la plupart d'entre eux ne peuvent être utilisés pour des recherches délicates, comme celle de la descendance de l'épithélium müllérien. C'est ainsi que nous avons dû laisser de côté plusieurs embryons humains de 11, 15 et 18 millimètres que nous avions décomposés en coupes sériées transversales, après macération de quelques mois dans le liquide de Müller, et

(1) L'involution supérieure persiste seule et forme le pavillon de la trompe (Balfour et Sedgwick, Ernst Siemerling). La persistance anormale de plusieurs involutions donnerait lieu aux orifices multiples que présente la trompe dans certains cas.

chez lesquels les différents éléments étaient absolument méconnaissables.

Quoiqu'il en soit de ces difficultés sur l'homme, les premiers stades embryonnaires des conduits de Müller sont aujourd'hui bien connus chez la plupart des animaux. On peut en dire autant de la fusion de leurs extrémités inférieures en un canal unique (*utéro-vaginal*, ou *génital* de Leuckart), se produisant dans toute la hauteur du cordon génital. Nous aurons toutefois quelques considérations à présenter sur le mode de formation du segment inférieur du vagin.

Mais si l'on vient à étudier l'évolution ultérieure du canal génital, sa division en utérus et en vagin, le développement des différentes tuniques qui entrent dans la composition de ces organes, on ne trouve dans les auteurs que des renseignements épars, et non une description suivie et méthodique. C'est cette lacune que nous avons surtout essayé de combler.

Nous décrirons successivement, stade par stade, la structure du canal génital chez les différents fœtus humains que nous avons eus à notre disposition, puis nous résumerons dans un chapitre spécial les principaux résultats qui découlent de nos recherches.

Notre travail sera ainsi divisé en trois parties que nous ferons précéder d'un court résumé des travaux antérieurs :

Première partie. — Fusion des extrémités inférieures des conduits de Müller. Formation du canal génital (*canalis genitalis*, Leuckart), ou utéro-vaginal.

Deuxième partie. — Division du canal génital en utérus et en vagin. Évolution secondaire de ces organes, envisagée chez des fœtus humains de plus en plus développés.

Troisième partie. — Conclusions.

Nous donnerons une fois pour toutes dans le tableau suivant, en regard des longueurs des fœtus humains, les mois lunaires correspondants. Les dimensions des fœtus sont exprimées par deux nombres, dont le premier représente la longueur du vertex au coccyx, et le second celle du vertex aux talons. Les mois lunaires sont évalués d'après les données de Hecker, d'Ecker, de Dohrn et de Kœlliker (1).

(1) Dans le tableau figuré par Kœlliker (*Grundriss der Entwicklungsgeschichte*

TABLEAU DES FŒTUS HUMAINS UTILISÉS POUR CES RECHERCHES AVEC LES MOIS LUNAIRES CORRESPONDANTS.

Longueurs des fœtus en centim.	Mois lunaires.
3,2/4.	3e mois.
4/5.	3e mois.
5,5/7.	milieu du 3e mois.
7/9,5.	fin du 3e mois.
7,5/10,5 *a*	début du 4e mois.
7,5/10,5 *b*	début du 4e mois.
9/12,5 *a*	milieu du 4e mois.
9/12,5 *c*	milieu du 4e mois.
10,5/14,5.	milieu de 4e mois.
12,5/17 *a*	fin du 4e mois.
12,5/17 *b*	fin du 4e mois.
16/23,5.	milieu du 5e mois.
16/24.	milieu du 5e mois.
16,5/24.	milieu du 5e mois.
19/28.	début du 6e mois.
20/31 *a*	6e mois.
20/31 *b*	6e mois.
21/32.	6e mois.
. . . .	8e mois.
29/44.	fin du 9e mois.
. . . .	fœtus à terme.

PREMIÈRE PARTIE. — FUSION DES EXTRÉMITÉS INFÉRIEURES DES CONDUITS DE MULLER. FORMATION DU CANAL GÉNITAL OU UTÉRO-VAGINAL.

Historique. — Envisagés dans leur complet développement, les conduits de Müller se présentent sous la forme de deux tubes épithéliaux étendus du sommet du corps de Wolff à la paroi postérieure du sinus urogénital (1).

des menschen und der höheren Thiere, 1880, p. 124) les longueurs du vertex au coccyx ne nous paraissent pas assez élevées, quand on les compare aux longueurs totales correspondantes (Ecker, Hecker). Nous avons, en effet, toujours rencontré des longueurs supérieures.

(1) Il importe de bien préciser la valeur des termes : *sinus uro-génital*, *canal uro-génital* dont la signification varie notablement suivant les auteurs. En 1830, J. Müller (*Bildungsgeschichte der Genitalien*) désigna sous le nom de *sinus uro-genitalis*, la portion antérieure du cloaque détachée sous forme d'un conduit tubuleux de l'intestin postérieur, et recevant par son extrémité supérieure et à une faible distance les uns des autres, les conduits suivants : uretères, conduits de Wolff et de Müller. En 1835, Valentin (*Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen*) proposa de remplacer la désignation de *sinus uro-genitalis* par celle, plus conforme à la réalité, de *canalis uro-genitalis*, désignation employée depuis indifféremment avec celle de

La disposition générale de ces conduits, leurs rapports avec les canaux de Wolff, ont été suffisamment décrits par les différents auteurs (Thiersch, Leuckart, Dohrn, etc.) pour que nous croyions inutile d'y revenir. Nous nous contenterons d'indiquer qu'on peut reconnaître à chaque conduit de Müller trois portions distinctes : 1° une portion inférieure incluse dans le cordon génital; 2° une portion moyenne comprise entre le sommet supérieur du cordon génital et l'insertion du ligament de Hunter (ligament rond); 3° une portion supérieure remontant jusqu'au sommet du corps de Wolff. C'est cette dernière portion qui décrit autour de la paroi antérieure du canal de Wolff la demi-spire bien connue.

Les premiers observateurs qui étudièrent le développement de l'utérus et du vagin, frappés de la duplicité primitive des conduits de Müller, cherchèrent à expliquer la formation d'une cavité utéro-vaginale unique par une bosselure ou excroissance de la paroi postérieure du sinus uro-génital. Dans cette manière de voir, dont le principal champion fut H. Rathke, les conduits de Müller ne fournissaient que les oviductes et les cornes de l'utérus. Rathke professa toute sa vie la théorie de la dépendance uro-génitale de l'utérus et du vagin, ainsi que le témoignent les lignes suivantes publiées en 1861 : « La portion du sinus uro-génital où viennent déboucher près l'un de l'autre les oviductes sur les fœtus femelles, ne tarde pas à proéminer en arrière sous forme d'une excroissance arrondie dont l'extrémité antérieure plus effilée se continue avec les oviductes. La saillie précédente ne donne pas seulement naissance au vagin, mais elle fournit encore le corps et le col de l'utérus. » (*Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere*, Leipzig, p. 181.)

Rathke, auquel l'embryologie est redevable de tant de progrès à d'autres points de vue, se refusait ainsi à admettre la soudure des extrémités infé-

sinus uro-genitalis ou encore d'*alveus uro-genitalis* (H. Rathke, H. Meckel, Leuckart).

Au cours du développement, la forme du sinus uro-génital se modifie sensiblement; la portion de ce sinus comprise entre les uretères et les conduits génitaux s'allonge et fournit, en plus du bas-fond de la vessie, chez l'homme, la portion prostatique du canal de l'urèthre, et chez la femme, l'urèthre dans sa totalité. « La dernière portion du sinus uro-génital demeure commune : c'est le vestibule. » (Bischoff, trad. franç., p. 372.) C'est à la portion inférieure du sinus uro-génital de J. Müller et de Valentin, que H. Meckel (1848), Leuckart (1853), Kœlliker et ses élèves réservent la dénomination de sinus uro-génital. Nous pensons qu'il serait peut-être préférable, pour éviter toute confusion, de désigner cette portion inférieure, aux dépens de laquelle se formeront les régions membraneuse et bulbeuse du canal de l'urèthre chez l'homme, et le vestibule chez la femme, sous le nom de *conduit uro-génital* (*ductus uro-genitalis*) applicable dans les deux sexes. Chez le fœtus femelle, ce conduit uro-génital a la forme d'un tube plissé en long, dont l'extrémité supérieure se continue en avant avec l'urèthre, en arrière avec le vagin, et dont l'extrémité inférieure s'ouvre au dehors par une fente antéro-postérieure (*fente* ou *fissure uro-génitale, aditus uro-genitalis, orificium uro-genitale*) qui se prolonge par une gouttière à la face inférieure du clitoris (*sillon ou gouttière génitale*). Les dénominations suivantes ont tour à tour été appliquées à ce canal chez le fœtus femelle : *aditus vaginæ, aditus uro-genitalis* (Valentin); *atrium s. vestibulum vaginæ* (Leuckart); *vestibulum vaginæ* (Kœlliker); *introïtus vaginæ*; *canal vulvaire* (Budin). En raison de sa destinée, nous le désignerons sous le nom de *canal vestibulaire*.

rieures des conduits de Müller. Cependant déjà, en 1830, J. Müller (*Bildungsgeschichte der Genitalien*, Düsseldorf) pensait que le corps de l'utérus résultait de la fusion des conduits de Müller. « La portion des conduits de Müller attenante au corps de Wolff, dit-il pages 60 et 61, demeure rectiligne et devient la trompe, tandis que la portion inférieure se transforme en corne de l'utérus. En bas les deux conduits se fusionnent en un canal unique, l'utérus. » Le vagin seul pour J. Müller était une dépendance du sinus uro-génital. Cette opinion se trouve reproduite dans la dissertation inaugurale de Lilienfeld (*Beitraege zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane*, Marburg, 1856).

De son côté, Valentin (*Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Berlin, 1835) faisait également provenir le vagin du sinus *uro-genitalis*, mais par une sorte de fissuration longitudinale, en vertu de laquelle la portion supérieure de ce sinus se divisait de haut en bas en deux conduits : l'un antérieur, le canal de l'urèthre ; et l'autre postérieur, le vagin.

En somme, tous les auteurs qui précèdent, bien qu'avec quelques divergences sur le mécanisme employé, admettaient la participation du sinus uro-génital dans la constitution du segment inférieur du canal utéro-vaginal. Le premier auteur qui ait tenté de réagir contre l'opinion de Rathke, est Bischoff. « Il n'est, dit-il, qu'un seul point de cette description si précise donnée par Rathke, auquel je ne puis accéder. Je n'ai pu acquérir la conviction qu'il se produisit une bosselure à l'endroit de l'insertion des conduits excréteurs des organes sexuels dans le sinus uro-génital. Il m'a semblé plutôt que ces canaux s'épaississaient seulement à leurs extrémités, et que de là naissait l'apparence d'une bosselure : du moins ai-je toujours crû apercevoir une cloison dans les coupes que j'ai pratiquées. » (*Développement de l'homme et des mammifères*, trad. franç., 1843, p. 374.) Mais s'est surtout à Thiersch, à Leuckart, à Kœlliker, à Livius Fürst et à Dohrn que nous sommes redevables des notions précises sur le mode de fusion des extrémités inférieures des conduits de Müller. Pour Thiersch (*Bildungsfehler der Harn und Geschlechtsorgane eines Manries*, *Illustrirte méd. Zeitung*, 1852, Bd I) la fusion des conduits de Müller commence par leurs extrémités inférieures, puis elle remonte jusqu'à la séparation des conduits de Wolff, c'est-à-dire qu'elle s'opère dans toute l'étendue du cordon génital. « La cavité commune des conduits de Müller devient l'utérus et le vagin. La séparation entre ces deux organes n'est pas encore visible sur des fœtus humains de trois pouces. Quant à la limite entre la corne de l'utérus et la trompe, elle est indiquée par le point d'origine du ligament de Hunter. » (Page 13.)

Leuckart, dans l'article *Zeugung* de la *Physiologie de Wagner*, 1853, t. IV, fait également provenir l'utérus et le vagin des conduits de Müller; sa description concorde entièrement avec celle de Thiersch. « Les conduits de Mül-
« ler se fusionnent sur la ligne médiane, en commençant par leurs points d'in-
« sertion, et constituent ainsi un canal impair (*canalis genitalis*) qui s'élargit
« peu à peu et finalement se divise par une séparation transversale en vagin
« et en utérus. Les variations de forme que présentent ces organes chez les
« mammifères femelles, résultent surtout des différences dans l'étendue de
« cette fusion médiane. Chez l'homme et les autres espèces à utérus simplex,

« la fusion remonte le plus haut possible, jusqu'au point d'insertion du liga-
« ment de Hunter (*ligamentum rotundum*), qui marque, dans tous les cas,
« la limite entre l'utérus et l'oviducte. La fusion s'étend moins loin chez les
« animaux à utérus biscornis et duplex; chez ces derniers, le vagin seul est le
« résultat d'une pareille fusion; quant aux utérus, ils se forment par simple
« élargissement aux dépens des conduits de Müller. Il y a même des mammi-
« fères chez lesquels on n'observe aucun canal génital impair, aucune fusion
« des conduits de Müller, mais simplement une dilatation et une division
« transversale des extrémités inférieures de ces conduits : tels sont les marsu-
« piaux pourvus de deux utérus et de deux vagins. » (pages 759 et 760). Kœlliker (*Entwicklungesgschichte des Menschen*, I Aufl. 1861) confirme en grande partie les données précédentes de Thiersch et de Leuckart, seulement, pour cet auteur, la soudure commence d'abord au milieu du cordon génital et se propage ensuite vers ses deux extrémités.

En 1867, Livius Fürst (*Ueber die Bildungshemmungen des Utero-vaginalcanals, Monatsschrift f. Geburtsk*, 1867, Bd 30) indique que chez l'homme la fusion des conduits de Müller débute à l'union du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs du cordon génital. « C'est à partir de la huitième semaine
« que commence la fusion des conduits de Müller, adossés l'un à l'autre dans
« l'épaisseur du cordon génital. La disparition de la cloison médiane s'opère
« d'abord aux environs du tiers inférieur du cordon génital, puis elle progresse
« de bas en haut jusqu'à l'extrémité de ce cordon, en même temps que l'angle
« d'adossement des deux conduits de Müller se trouve reporté plus haut. In-
« férieurement, la cloison persiste jusqu'à la fin de la douzième semaine, si
« bien que les conduits de Müller fusionnés dans les deux tiers supérieurs du
« cordon génital, doubles dans le tiers inférieur, s'abouchent par deux orifices
« distincts dans le sinus uro-génital. A la fin de la douzième semaine, la cloi-
« son inférieure disparaît également de haut en bas, et les deux ouvertures
« dans le sinus uro-génital se trouvent ainsi confondues en une seule. »
(Page 106.)

Deux années plus tard, en 1869, H. Dohrn (*Ueber die Müllerschen Gänge und die Entwickelung des Uterus, Marb. Gesellschaft*, 1869, n° 3, et *Monatsschrift f. Geburtsk*, t. XXIV) arrive à des résultats à peu près analogues sur la brebis, la vache et aussi sur l'homme. « En ce qui concerne la fusion
« des conduits de Müller, je me suis convaincu sur des embryons de brebis, de
« vache et aussi sur l'homme, qu'elle débutait un peu au-dessus de leur em-
« bouchure à l'union du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs du cor-
« don génital. De ce point la fusion progresse en haut et en bas, mais parcourt
« très rapidement le segment inférieur, si bien que sur des embryons encore
« peu âgés, on rencontre déjà les extrémités des conduits de Müller complè-
« tement fusionnées » (*Zur Kenntniss der Müller'schen Gänge und ihrer Verschmelzung, Marb. Gesellschaft*, 1871, Bd IX, p. 255.)

Enfin pour L. Langenbacher (*Beitrag zur Kenntniss der Wolff'schen und Müller'schen Gänge der Säugern, Arch. f. mikr. Anat.*, 1871) qui a étudié l'évolution du cordon génital chez le lapin « la fusion ne débute pas vers le
« milieu du cordon génital (Kœlliker), ainsi que c'est le cas chez la plupart
« des autres mammifères, mais toujours en bas. » (Page 106.)

En résumé, si tous les auteurs contemporains font provenir l'utérus et le vagin des extrémités inférieures des conduits de Müller, ils ne sont pas d'accord sur l'endroit précis où débute la fusion de ces conduits. Pour les uns (Kœlliker), ce serait au milieu même du cordon génital; pour les autres (L. Fürst et H. Dohrn), à l'union du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs de ce cordon; enfin, pour Langenbacher, chez le lapin, au niveau des extrémités vestibulaires des conduits de Müller. Nous allons exposer maintenant le résultat de nos propres observations.

1° *Fusion des conduits de Müller.*

Nous donnerons, avec Leuckart, au canal impair et médian résultant de la fusion des extrémités inférieures des conduits de Müller, le nom de *canal génital* ou encore de *canal utéro-vaginal.* C'est aux dépens de ce canal que se développent l'utérus et le vagin dans sa totalité. De même que Bischoff et tous les auteurs contemporains, nous n'avons jamais pu constater sur les nombreux embryons de mammifères que nous avons examinés, une dépression de la paroi postérieure du sinus uro-génital se portant à la rencontre des extrémités inférieures des conduits de Müller, ou bien se produisant postérieurement à l'abouchement de ces conduits, qu'elle refoulerait en arrière et en haut.

Nous indiquerons prochainement la manière dont nous comprenons la formation du segment inférieur ou hyménial du vagin; pour le moment, nous nous contenterons d'insister sur les faits relatifs aux premières phases de la fusion des conduits de Müller chez différents mammifères.

Porc. — Sur un embryon de porc ♂ long de 48 millimètres, dont le cordon génital occupe une hauteur de 35 coupes ($1^{mm},5$), les conduits de Müller non encore fusionnés, affectent entre eux les rapports suivants de bas en haut (1).

Séparés.	14 coupes
Accolés.	11 —
Séparés.	10 —
Cordon génital. . . . =	35 coupes

Deux embryons de porc plus âgés (58 mill.), l'un mâle, l'autre femelle, nous montrent les conduits de Müller fusionnés

(1) Pour exprimer les rapports exacts des conduits de Müller, nous emploierons les termes suivants: *séparés* (interposition d'une cloison lamineuse), *accolés* (simple adossement des parois épithéliales), *soudés* (fusion des parois internes, deux cavités), *fusionnés* (disparition de la cloison commune, une seule cavité).

vers le milieu du cordon génital sur le mâle, et simplement soudés chez la femelle.

Embryon de porc ♂ long de 58 *millimètres.*

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	7 coupes
	accolés.	1 —
	soudés.	3 —
	fusionnés.	1 —
	soudés.	8 —
	accolés.	1 —
	séparés.	2 —
Cordon génital.		= 23 coupes

Embryon de porc ♀ long de 58 *millimètres.*

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	19 coupes
	accolés.	4 —
	soudés.	9 —
	accolés.	1 —
	séparés.	4 —
Cordon génital.		= 37 coupes

A partir de ce stade, la fusion semble s'opérer et progresser très rapidement. Sur un embryon de porc ♀ long de 67 millimètres, les conduits de Müller sont fusionnés dans presque toute l'étendue du cordon génital, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Embryon de porc ♀ long de 67 *millimètres.*

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	4 coupes
	fusionnés. . . .	51 —
	soudés.	7 —
	séparés.	3 —
Cordon génital.		= 65 coupes

Chat. — Chez le chat, de même que chez le porc, la fusion ne débute pas par les extrémités inférieures des conduits de Müller. Deux embryons de 32 millimètres nous fournissent les données suivantes :

Embryon de chat ♂ long de 32 *millimètres.*

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	7 coupes
	soudés.	3 —
	fusionnés. . . .	21 —
	soudés.	14 —
	accolés.	5 —
	séparés.	5 —
Cordon génital.		= 55 coupes

Embryon de chat ♂ long de 32 millimètres.

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	3 coupes
	accolés.	2 —
	soudés.	3 —
	fusionnés. . . .	28 —
	soudés.	7 —
	accolés.	8 —
	séparés.	5 —
Cordon génital.		= 56 coupes

Souris. — Nous avons eu la bonne fortune d'examiner cinq embryons de souris de la même portée, mesurant une longueur de 16 millimètres. Les rapports réciproques des conduits de Müller sur ces cinq embryons sont les suivants de bas en haut :

Embryons de souris longs de 16 millimètres.

	a ♀	*b* ♀	*c* ♀	*d* ♀	*e* ♂
Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés 20	séparés 2	séparés 1	séparés 5	séparés 4
		soudés 18	soudés 17	soudés 7	soudés 6
		accolés 2	accolés 1	fusionnés 1	fusionnés 3
		séparés 2	séparés 2	soudés 5	soudés 4
				accolés 2	séparés 5
				séparés 4	
Cordon génital. . .	= 20	= 24	= 21	= 24	= 18 (Coupes).

Les tableaux précédents nous enseignent que la fusion des conduits de Müller commence chez l'embryon de souris, comme chez le porc, par le milieu du cordon génital.

Lapin. — Nous avons indiqué plus haut que, d'après Langenbacher, la fusion des conduits de Müller débutait, chez le lapin, par leurs parties inférieures. Il est certain que chez le lapin, les extrémités des conduits de Wolff et par suite des canaux de Müller (1) sont plus rapprochées de la ligne médiane qu'elles ne le sont chez les différents embryons que nous venons de passer en revue. Ce fait pourrait être invoqué en faveur de l'opinion soutenue par Langenbacher; toutefois,

(1) On sait que les extrémités inférieures des conduits de Müller, dans leur progression vers le sinus uro-génital, sont en rapport avec les canaux de Wolff, et qu'au niveau même de leur terminaison elles se fusionnent avec la paroi épithéliale de ces canaux. Nous avons pu constater ce fait, notamment sur l'embryon de mouton, à toutes les hauteurs (corps de Wolff, pli uro-génital, cordon génital). Il nous paraît ainsi rationnel d'admettre avec Balfour et Sedgwick que les conduits de Müller se détachent sous forme de bourgeon longitudinal de la paroi épithéliale des canaux de Wolff.

en l'absence d'une constatation directe, le tableau suivant relatif à un embryon de lapin de 37 millimètres, nous paraîtrait plaider plutôt pour la thèse opposée :

Embryon de lapin long de 37 millimètres (pas de fusion).

Conduits de Müller (de bas en haut)	séparés.	4 coupes
	soudés.	24 —
	accolés.	3 —
	séparés.	21 —
Cordon génital.		= 52 coupes

La direction presque verticale des deux plis uro-génitaux prolongeant supérieurement le cordon génital, nous rend compte de la division graduelle de ce cordon, et par suite du grand nombre de coupes (21) sur lesquelles les deux conduits de Müller sont séparés.

Mouton. — Nos recherches sur le mouton confirment entièrement la description de Dohrn : la fusion des conduits de Müller débute chez l'embryon du mouton à l'union de tiers inférieur et des deux tiers supérieurs du cordon génital, ainsi que le témoignent les séries suivantes :

	Embryon de mouton ♀ long de 32 millimètres.		*Embryon de mouton ♂ long de 35 millimètres.*	
Conduits de Müller (de bas en haut)	soudés. . . .	32 coupes	soudés.	40 coupes
	accolés. . . .	1 —	accolés	2 —
	séparés. . . .	3 —	séparés.. . . .	6 —
Cordon génital.		= 36 coupes		= 48 coupes

	Embryon de mouton ♀ long de 38 millimètres.		*Embryon de mouton ♂ long de 38 millimètres.*	
Conduits de Müller (de bas en haut)	soudés pleins. . .	2 coupes	soudés pleins. . .	2 coupes
	soudés (2 cavités).	7 —	soudés (2 cavités)..	13 —
	fusionnés. . . .	9 —	fusionnés. . . .	1 —
	soudés	25 —	soudés.	2 —
	accolés.	1 —	fusionnés. . . .	11 —
	séparés.	4 —	soudés.	22 —
			accolés.. . . .	1 —
			séparés.. . . .	5 —
Cordon génital. . . .		= 48 coupes		= 57 coupes

Homme. — Nous n'avons sur l'homme qu'un seul stade mâle répondant aux longueurs 3.2/4^{ctm} (pl. I). Le cordon génital de cet embryon a été décomposé en 50 coupes sériées = 1^{mm},6.

Rapports des conduits de Müller (de bas en haut).

Séparés.	6 coupes
Soudés.	4 —
Fusionnés	24 —
Soudés.	2 —
Fusionnés.	4 —
Soudés.	6 —
Séparés.	4 —
	50 coupes

L'examen successif de ces différentes coupes montre que les dimensions du canal génital, résultant de la fusion des conduits de Müller, diminuent de bas en haut, tandis que les conduits de Wofff conservent à peu près le même diamètre dans toute l'étendue du cordon. Au niveau de la 12e coupe, la section du du canal génital figure un ovale à grand axe dirigé transversalement (fig. 3) dont la longueur atteint 150 μ, et la largeur (antéro-postérieure) 90 μ; l'épaisseur de l'épithélium est de 35 μ. Les conduits de Wolff distants de 10 μ du canal génital, sont régulièrement circulaires, d'un diamètre de 90 μ; leur épithélium mesure une hauteur de 25 μ.

Vers la 30e coupe, au niveau de l'abouchement des uretères dans la vessie (fig. 6), les dimensions du canal génital sont réduites à 100 μ pour son diamètre transversal, et à 70 μ pour son épaisseur; l'épithélium a également subi une légère diminution dans sa hauteur (30 μ). Les dimensions des canaux de Wolff n'ont pas varié; leur distance au canal génital est maintenant de 25 μ.

Vers la 40e coupe, le diamètre transversal du canal génital n'est plus que de 90 μ, et son épaisseur de 65 μ. Les canaux de Wolff mesurent toujours le même diamètre de 90 μ.

L'épithélium qui tapisse sur cet embryon le canal génital appartient manifestement à la catégorie des épithéliums stratifiés, mais il est fort difficile de le rapprocher de l'un des deux types cylindrique ou pavimenteux. C'est une sorte d'épithélium stratifié embryonnaire dont la forme définitive ne s'accusera que plus tard. Nous verrons, en effet, que suivant les points envisagés, cet épithélium évoluera en épithélium pavimenteux stratifié, comme dans le vagin, ou au contraire en épithélium cylindrique, comme dans l'utérus. On pourrait peut-être lui appliquer la qualification d'épithélium polyédrique stratifié.

2° Développement de l'extrémité supérieure du canal génital. Utérus bicornes et doubles. Utérus et vagins doubles. Formation du fond de l'utérus chez le fœtus humain.

La fusion des conduits de Müller que nous avons vu débuter vers le milieu du cordon génital ou à l'union de son tiers inférieur avec ses deux tiers supérieurs suivant les espèces, s'étend peu à peu jusqu'à ses deux extrémités. On peut donc dire que le canal génital une fois complètement développé mesure, chez la plupart des mammifères, la longueur même de ce cordon. Le canal génital donne naissance au vagin et au corps de l'utérus. Quant aux cornes de l'utérus, elles se développent aux dépens des segments des conduits de Müller compris entre le sommet du cordon génital et les insertions wolffiennes des ligaments ronds. La division plus ou moins profonde de l'utérus, la petitesse plus ou moins accusée du corps, résultent uniquement de ce fait que la limite entre le vagin et l'utérus a remonté plus ou moins haut dans le cordon génital. Si cette limite atteint le sommet même du cordon, l'utérus sera uniquement représenté par deux cornes qui s'ouvriront par deux orifices distincts dans le vagin; l'utérus sera double, comme chez le lapin, le lièvre et l'écureuil (1). Si, au contraire, cette limite se trouve dans l'épaisseur même du cordon, mais à une faible distance du sommet, l'utérus sera très bicorne, comme chez le rat, le cochon d'Inde. Enfin le corps de l'utérus sera d'autant plus considérable, que la limite utéro-vaginale se sera produite à une distance plus grande du sommet (carnassiers, pachydermes, ruminants, solipèdes, etc.).

Chez la plupart des marsupiaux (didelphys dorsigera), les conduits de Müller ne se fusionnent pas, mais évoluent isolément, et donnent naissance à deux utérus et à deux vagins s'ouvrant par deux orifices distincts dans le vestibule. D'autres fois les deux vagins (canaux du vagin), séparés dans leur partie moyenne, se fusionnent à leur extrémité supérieure qui reçoit les deux utérus,

(1) Langenbacher dit à ce propos : « Aux dépens de la partie fusionnée des conduits de Müller se développe seulement le vagin chez le lapin, tandis que les segments de ces conduits qui donnent naissance à l'utérus ne se fusionnent pas, bien que leurs extrémités inférieures soient encore contenues dans le cordon génital » *loc. cit.*, p. 106. Il suffit de se reporter aux figures mêmes de Langenbacher pour se convaincre que la fusion s'étend jusqu'au point où les conduits de Müller s'écartent pour se porter latéralement dans les plis uro-génitaux.

ainsi qu'à leur extrémité inférieure qui débouche dans le vestibule, comme dans le genre halmaturus.

L'obstacle apporté chez les marsupiaux à la fusion des conduits de Müller, résulte d'une disposition spéciale des uretères qui, au lieu d'embrasser dans leur courbure le cordon génital, s'engagent entre les conduits de Müller, au milieu même de ce cordon, et le décomposent en deux moitiés latérales, contenant chacune un conduit de Müller et un canal de Wolff. Nous avons pu nettement nous rendre compte de ce fait sur un embryon de sarigue ♀ (didelphys virginiana) long de 32 millimètres que nous devons à l'obligeance de M. Pouchet (1) (fig. 7). Chez cet embryon, un espace médian d'environ un demi-millimètre séparait les deux conduits de Müller dans toute la hauteur du cordon génital. Le passage des uretères entre les deux vagins (didelphys) ou les canaux du vagin (halmaturus) se trouve d'ailleurs indiqué et figuré chez l'animal adulte, dans tous les traités d'anatomie comparée.

Chez le fœtus humain, l'utérus est bicorne jusqu'à la fin du 3e mois de la vie embryonnaire (Meckel, Joh. Müller, etc.). Sur un fœtus de 7,5/10,5 (début du 4e mois lunaire), la distance entre les insertions des ligaments ronds est de 4 millimètres, alors que la largeur du fond de l'utérus ne dépasse pas deux millimètres. Peu à peu, le fond de l'utérus empiète latéralement sur les cornes horizontales qui disparaissent ainsi progressivement de dedans en dehors, pour fournir à son élargissement. Chez un fœtus de 9/12,5 (milieu du 4e mois), les ligaments ronds s'insèrent directement sur les côtés de l'utérus dont le fond mesure une largeur de $4^{mm},5$. Le tableau suivant indique la largeur du fond de l'utérus, ainsi que la hauteur du fond au-dessus de la symphyse pubienne, pendant les différentes périodes de la vie fœtale.

Longueur des fœtus en centimètres.	Distance des insertions utérines des ligaments ronds en millimètres.	Largeur du fond de l'utérus en millimètres.	Hauteur du fond au-dessus de la symphyse pubienne en millimètres.
5,5/7	3,5	1,5	...
7/9,5	4	2	...
9/12,5	4,5	4,5	...
10,5/14,5	...	3	5

(1) F. Tourneux, *Soc. de biol.*, 19 avril 1884.

16/24	...	5	10
16,5/24	...	5,5	11,5
19/28	...	5	9
20/31	...	7	15
21/32	...	6	11
8e mois lunaire	...	8	16
29/44	...	9	...
Fille de 28/40 (8 jours)	...	11	19
37/53 (4e mois)	...	12,5	18,5
36/52 (5e mois)	...	13	22
3 ans	...	20	32

Quant aux trompes utérines, elles se développent tardivement, ainsi que le témoigne la disposition des ovaires dont les extrémités internes arrivent à se toucher sur le fœtus de 9/12,5. Sur le fœtus de 16/23,5, ces extrémités sont encore en contact avec les bords latéraux de l'utérus; elles ne s'en éloignent qu'à l'époque de la naissance. Leur distance à l'utérus, de 1 millimètre sur un nouveau-né de 28/40, atteint 4 millimètres sur une fille de 5 mois (36/52), et 12 millimètres sur une fille de 3 ans.

3° *Développement de l'extrémité inférieure du canal génital.*

Chez la plupart des mammifères, les conduits de Müller disposés parallèlement dans la longueur du cordon génital, s'écartent l'un de l'autre inférieurement, en décrivant une légère courbe à concavité externe, et vont s'adosser à l'épithélium du sinus uro-génital, sur les côtés d'une légère saillie que présente en ce point la paroi postérieure du sinus. Les extrémités divergentes des conduits de Müller, qui occupent sur l'embryon humain de 3,2/4 une hauteur de 6 coupes, diffèrent notablement par leur structure de la portion moyenne de ces conduits. Elles paraissent tout d'abord dépourvues de lumière centrale; du moins celle-ci ne se creuse que très tardivement, longtemps après la fusion de la portion moyenne des conduits, et encore est-elle très réduite comparativement à la cavité du canal génital. Chez la plupart des embryons, il n'y a donc pas, à proprement parler, abouchement des conduits de Müller dans le sinus uro-génital, mais plutôt adossement des épithéliums de ces différentes cavités (1).

De plus, ces extrémités inférieures n'offrent pas de contour

(1) Dohrn avoue n'avoir constaté qu'une seule fois sur 800 préparations l'ouverture des conduits de Müller dans le sinus (*Ctbl. f. Gynaekologie*, 1878, n° 21.)

nettement accusé ; leurs éléments, de forme polyédrique, semblent comme dissociés à la périphérie, et figurent plutôt un amas cellulaire irrégulier qu'un conduit épithélial en voie de formation.

L'écartement notable des extrémités inférieures des conduits de Müller, nous explique pourquoi ces parties se fusionnent en dernier lieu, ainsi que Livius Fürst et Kœlliker l'ont indiqué. Sur un fœtus humain ♀ de 7,5/10,5, les conduits de Müller, fusionnés dans toute la longueur du cordon génital, divergent par leurs extrémités inférieures sur une hauteur de trois coupes. La cloison triangulaire qui les sépare, encore appréciable sur un fœtus de 9/12,5, a disparu sur un fœtus de 12,5/17. On peut donc dire, d'une façon générale, que chez l'homme la fusion des segments inférieurs des conduits de Müller s'effectue tardivement, vers la fin du 4e mois lunaire (1).

Nous ajouterons qu'au moment de cette fusion, chez le fœtus humain, les extrémités des conduits de Müller sont encore dépourvues de lumière centrale, et que l'épithélium qui les remplit possède déjà tous les caractères d'un épithélium pavimenteux stratifié.

Il est probable que les extrémités des conduits de Wolff qui s'ouvrent primitivement à une faible distance des conduits de Müller dans le sinus uro-génital, se fusionnent avec ces derniers pour constituer le segment inférieur ou hyménial du vagin. C'est du moins ce que tend à démontrer ce fait que, chez le fœtus de 9/12,5 (fig. 9), nous trouvons au milieu des cellules épithéliales pavimenteuses qui comblent l'orifice du vagin, deux traînées latérales de grains jaunâtres, comme il en existe dans les conduits de Wolff en voie de disparition. On sait d'autre part que chez la vache adulte les conduits de Wolff, devenus conduits de Gartner, ne s'ouvrent plus directement dans le sinus uro-génital, mais à l'intérieur même du vagin, à une distance de un centimètre environ de l'orifice vaginal. Nous pouvons admettre que les extrémités inférieures des canaux de Wolff ont disparu dans cette étendue, pour prendre part à la formation de l'orifice vaginal (2).

(1) Voy. Tourneux et Wertheimer : « *Sur la fusion des conduits de Müller chez l'homme et sur le développement de l'hymen*, *Soc. de Biologie*, 15 mars 1884. »

(2) On rapprochera de ce qui précède l'opinion suivante de Hoffmann : « Le vagin

Cette participation des conduits de Wolff dans la constitution du segment inférieur ou hyménal du vagin, nous permettrait peut-être de nous rendre compte de certaines malformations congénitales dans lesquelles, en l'absence d'organes génitaux internes (ovaires, utérus et vagin), on rencontre cependant un léger cul-de-sac vaginal bordé d'un hymen (Voy. Pozzi, *De la bride masculine du vestibule chez la femme et de l'origine de l'hymen. Soc. de biologie,* 16 février 1884.)

4° *Formation de l'hymen.*

Ainsi que l'ont signalé tous les observateurs (Meckel, Valentin, Kœlliker, etc.), l'hymen ne s'accuse que dans la seconde moitié de la grossesse : Dohrn place son début au commencement de la 19e semaine (1). Cette membrane peut être considérée comme une transformation de renflement primitif que traversent les conduits de Müller pour s'ouvrir dans le vestibule (Kœlliker). Peu élevée à son origine, la saillie hyméniale reste stationnaire pendant les quatre premiers mois de la grossesse ; elle semble même s'effacer complètement vers la fin du quatrième mois, ainsi que l'indique la figure 10, représentant la section sagittale de l'extrémité inférieure du vagin sur le fœtus de 12,5/17. L'hymen ne prend sa forme caractéristique, et ne devient en réalité saillant dans le canal vestibulaire, qu'au moment de la dilatation du vagin par accumulation des cellules épithéliales pavimenteuses. Cette dilatation se fait assez brusquement entre les longueurs de 16/23,5 et 19/28 (fin du 5e mois lunaire), alors que le diamètre transversal du vagin l'emporte de beaucoup sur celui de l'orifice hyménial. Les éléments de la lame épithéliale qui comble à cette époque la lumière du vagin (voy. plus loin), se multiplient rapidement et distendent le conduit, en même temps qu'ils refoulent en bas la saillie hymé-

« ne se développe pas, ainsi qu'on l'a admis jusqu'à ce jour, aux dépens des extrémités inférieures des conduits de Müller, mais bien aux dépens des extrémités inférieures des canaux de Wolff, et d'un bourgeon cellulaire médian interposé à ces canaux, ou seulement aux dépens de ce bourgeon (Rathke). Ces trois formations se fusionnent dans le développement normal en un canal unique » (*Ctbl. f. Gynaekologie*, 1878, n° 21).

Le bourgeon cellulaire dont parle Hoffmann nous paraît répondre aux extrémités inférieures des conduits de Müller, dépourvues de lumière centrale, et peut-être déjà soudées.

(1) *Ueber die Entwickelung des Hymens, Marburg. Gesellschaft*, 1875.

niale : aussi l'hymen acquiert-il rapidement sa forme définitive (1).

Sur un fœtus de 19/28 (fig. 11), cette membrane mesure une longueur de 1mm,5 ; elle figure une saillie conique aplatie transversalement, qui prolonge directement les parois du vagin dans le vestibule. C'est cette disposition, facile à constater dans les derniers mois de la grossesse et à l'époque de la naissance, qui a fait dire à plusieurs observateurs (Kœlliker, Budin) que l'hymen représentait l'extrémité inférieure du vagin saillante dans le vestibule (2). Il importe de faire remarquer que, bien que la saillie hyméniale soit en continuité de tissu avec toute l'épaisseur de la paroi du vagin, on trouve dans la constitution de ces parties des différences structurales assez sensibles. Nous nous contenterons d'indiquer ici que l'hymen est entièrement dépourvu de fibres musculaires lisses.

Lorsque la fusion des extrémités inférieures des conduits de Müller ne s'est pas opérée, la saillie hyméniale présente deux orifices qui donnent accès dans une cavité vaginale unique.

L'étude comparative du développement du sinus uro-génital dans les deux sexes prouve, ainsi que l'avaient déjà avancé H. Meckel (3) et R. Leuckart (4), que la saillie hyméniale de la femme répond entièrement au verumontanum du canal de l'urèthre chez l'homme.

DEUXIÈME PARTIE.

DIVISION DU CANAL GÉNITAL EN UTÉRUS ET EN VAGIN. — ÉVOLUTION SECONDAIRE DE CES ORGANES CHEZ DES FŒTUS HUMAINS DE PLUS EN PLUS DÉVELOPPÉS.

Historique. — Les traités classiques d'embryogénie ne renferment que peu de détails concernant l'évolution secondaire du tube utéro-vaginal, de-

(1) Dohrn dit à ce propos : « Cet allongement du bourrelet hyménial s'opère d'une façon très rapide. Une semaine après son premier développement, la membrane se présente à peu près dans la forme qu'on lui trouve chez le nouveau-né » (*loc. cit.*, page 3.)

(2) « Tout concorde pour montrer que ce qu'on appelle l'hymen n'est autre chose que l'extrémité antérieure du canal vaginal, doublée à l'extérieur par la muqueuse vulvaire » (Budin, *Recherches sur l'hymen et sur l'orifice vaginal* [*Progrès médical*, 1879, n° 35].)

(3) *Zur Morphologie der Harn-und Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere*. Halle, 1848.

(4) *Wagner's Physiologie*, t. IV, 1853.

puis la fusion des conduits de Müller jusqu'au complet développement de l'utérus et du vagin.

Meckel, dans son *Manuel d'anatomie*, trad. 1825, indique que chez le fœtus humain l'utérus est bicorne jusqu'au troisième mois de la vie embryonnaire, et que c'est seulement à la fin du quatrième que son extrémité supérieure commence à s'élargir : « Mais cette partie supérieure est d'autant plus petite que l'embryon est plus jeune, ce qui fait que le col l'emporte sur le corps dans la même proportion. La longueur du corps n'est encore que le quart de celle de l'organe entier chez le fœtus à terme ; il n'en fait que le tiers à treize ans, et ce n'est qu'après la puberté qu'il en constitue la moitié.

« L'orifice externe de la matrice se montre d'abord sous la forme d'une saillie à peine sensible que l'organe fait dans le vagin ; mais cette saillie augmente peu à peu de manière que, dans les derniers temps de la vie intra-utérine, la portion vaginale de la matrice est proportionnellement beaucoup plus considérable qu'aux époques subséquentes. A sept et huit mois, moins chez le fœtus à terme, et pendant les premiers mois qui s'écoulent après la naissance, toute cette partie de l'organe est très inégale aussi à sa face externe, garnie de rides longitudinales et terminée par des bords tranchants, inégaux, profondément échancrés, dont les laciniures occupent souvent toute la hauteur de la portion vaginale. Plus tard, cette saillie se raccourcit, devient lisse à l'extérieur, prend la forme d'un bourrelet et l'orifice utérin se montre alors sous l'aspect d'une fente transversale simple et lisse (t. III, p. 661) ».

Cette description de Meckel a été reproduite presque textuellement par Valentin (*Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen*, Berlin, 1835), et par Bischoff (*Développement de l'homme et des mammifères*, dans *Encyclopédie anatomique*, 1843).

Küssmaul, qui a publié un long mémoire sur les malformations congénitales de l'utérus (*Von dem Mangel, der Verkümmerung und Verdoppelung der Gebaermutter*, Würzbourg, 1859), pense que la séparation du vagin et de l'utérus est souvent réalisée dès la fin du troisième mois de la vie embryonnaire.

D'après Kœlliker (*Entwicklungsgeschichte des Menschen*, etc., Leipzig, 1861), la division du conduit utéro-vaginal ne s'opérerait, au contraire, que dans le cinquième ou mieux encore dans le sixième mois. A l'endroit qui répondra plus tard au museau de tanche, on voit se former un léger renflement annulaire qui proémine peu à peu dans le vagin, et se transforme, dans les derniers mois de la gestation, en portion vaginale du col de l'utérus. Dohrn (*Sitz. der Marburg. Gesellschaft*, 1875) place le début de la formation du museau de tanche de la quinzième à la seizième semaine ; toutefois cette partie ne prendrait l'aspect d'un cône saillant dans le vagin que de la dix-neuvième à la vingtième semaine, c'est-à-dire vers la fin du cinquième mois lunaire. Enfin R. Geigel, dans un travail récent (*Ueber Variabilität in der Entwicklung der Geschlechtsorgane beim Menschen*, Würzburg, 1883) confirmant les données de Kœlliker, a trouvé sur un fœtus du sixième mois l'extrémité inférieure du col de l'utérus à peine saillante dans le vagin.

La thèse de M. Guyon (*Étude sur les cavités de l'utérus à l'état de va-*

cuité. Thèse, Paris, 1858) contient, à notre point de vue, plusieurs faits intéressants sur la structure de l'utérus à l'époque de la naissance, notamment en ce qui concerne l'emboîtement réciproque des arbres de vie et l'absence d'organes glandulaires dans le corps. « J'ai pu voir, dit-il, les glandes du col très nettement développées; je n'ai pas été aussi heureux pour celles du corps. » (Note, page 23.) Guyon indique encore que « dans le corps, comme dans le col, toutes ces cellules (épithéliales) n'avaient pas de cils. »

De Sinéty (*Traité de Gynécologie*, 1879) signale de même l'absence de glandes dans le corps de l'utérus chez le nouveau-né; ces organes ne s'y développeraient que vers la sixième ou la septième année. Quant aux glandes du col, déjà bien accusées, elles secréteraient le bouchon muqueux que l'on trouve régulièrement dans la cavité du col à la naissance.

Mentionnons encore deux travaux de W. Fischel (*Beitraege zur Morphologie der Portio vaginalis Uteri*, *Arch. f. Gynækologie*, Bd. XVI, 2 heft), et de R. Möricke (*Die Uterusschleimhaut in den verschiedenen Altersperioden*, etc., *Zeitsschrift f. Geburtsk.* Bd. VII), auxquels nous aurons l'occasion de faire plusieurs emprunts dans la suite de ce Mémoire.

Nous voyons, en somme, par cet aperçu historique que, si quelques points particuliers ont été indiqués par les auteurs, aucune description complète, à notre connaissance du moins, n'a encore été présentée du développement de l'utérus et du vagin. C'est cette absence de documents qui nous a engagés à reprendre l'étude des modifications successives de l'utérus à partir du troisième mois de la vie embryonnaire. L'examen de nombreux fœtus humains, échelonnés depuis cette époque jusqu'à la naissance, nous a permis de mener à bonne fin ces recherches (1).

Au moment où la fusion s'est accomplie dans presque toute l'étendue du cordon (début du 3e mois), le canal génital ne montre encore aucune trace de division en portions utérine et vaginale : sa paroi, constituée par le tissu même du cordon génital, est tapissée dans toute sa longueur par l'épithélium primitif des conduits de Müller. Peu à peu, dans le cours du troisième mois, cet épithélium se transforme, dans la portion inférieure du cordon, en épithélium pavimenteux stratifié, tandis que supérieurement il évolue en épithélium prismatique. Ce mode de développement nous rend compte de la transition graduelle qu'on observe entre les épithéliums du vagin et de l'utérus jusqu'au huitième mois de la vie fœtale.

(1) Nous saisissons cette occasion pour remercier tous nos confrères de Lille de l'empressement bienveillant qu'ils ont mis à nous confier les fœtus humains recueillis dans leur clientèle. — Les principaux résultats de cette étude ont déjà fait l'objet de la thèse inaugurale de M. Legay (*Développement de l'utérus jusqu'à la naissance*. Lille, 1884).

Fœtus de 7,5/10,5^{cm}.

Nous avons eu à notre disposition deux fœtus humains de 7,5/10,5 cent., qui, bien que mesurant exactement la même longueur, nous ont présenté, dans la structure intime de leurs organes, des différences assez notables. Nous les désignerons par les lettres *a* et *b*.

1° *Fœtus a.* — L'extrémité inférieure de ce fœtus, sur une hauteur de 8 millimètres à partir du coccyx, a été décomposée de bas en haut en 265 coupes transversales. Le conduit uro-génital ou canal vestibulaire, à l'extrémité supérieure duquel s'ouvrent, en arrière, le conduit utéro-vaginal et, en avant, l'urèthre, a été intéressé sur 90 coupes, ce qui correspond à une longueur de 2^{mm},7. Le conduit utéro-vaginal occupe environ une hauteur de 5 millimètres; il a été décomposé en 156 coupes.

Un fait qui nous a frappé tout d'abord dans l'examen des coupes sériées, et que nous retrouverons plus accusé dans les stades suivants, c'est l'absence de toute lumière dans l'extrémité inférieure du canal génital. Un épithélium pavimenteux stratifié comble entièrement la cavité sur une hauteur de 10 coupes à partir du vestibule; sa section transversale figure un cercle assez régulier du diamètre de 170 μ (1). A ce niveau, le canal utéro-vaginal, légèrement aplati d'avant en arrière, mesure une largeur de 0^{mm},9 sur une épaisseur de 0^{mm},7.

A mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité vestibulaire, on voit la lumière du conduit, d'abord petite et circulaire, augmenter progressivement en largeur, et se présenter bientôt sous la forme d'une fissure transversale mesurant, vers la 40e coupe, une longueur de 260 μ. Les diamètres transversal et antéro-postérieur du vagin sont en ce point, de 900 μ et de 770 μ.

L'épithélium, d'une hauteur de 30 μ, semble formé par un mélange de cellules prismatiques et pavimenteuses; c'est une sorte d'épithélium mixte dont l'élément pavimenteux augmente

(1) Geigel rapproche ce fait de la soudure des bords libres des paupières et de l'adhérence du prépuce au gland dans les deux sexes, qui se produisent à peu près à la même époque. Nous avons rencontré une disposition analogue dans le conduit uro-génital des jeunes embryons de mammifères, avant la fusion des conduits de Müller (embryon de mouton ♂ et ♀, de porc, de veau, etc.). L'épithélium pavimenteux stratifié, notablement épaissi, remplit toute la cavité du conduit, sans trace de lumière centrale.

vers le vestibule, et dont l'élément prismatique prédomine, au contraire, vers les parties supérieures. Ce fait semble devoir être invoqué en faveur d'une évolution locale, d'une transformation sur place de l'épithélium primitif du conduit génital (épithélium des conduits de Müller), qui formerait inférieurement l'épithélium pavimenteux stratifié du vagin, et deviendrait supérieurement l'épithélium prismatique de l'utérus et des trompes (1).

Vers la 70e coupe, l'épithélium se rapproche assez nettement de la forme prismatique ; il a en même temps augmenté d'épaisseur (50 μ). Le canal génital, assez régulièrement cylindrique, mesure $1^{mm},1$ à $1^{mm},2$ de diamètre. La longueur de la lumière centrale, toujours disposée en forme de fente transversale, est de 300 μ.

Au niveau de la 100e coupe, les dimensions du conduit sont les suivantes : largeur, $1^{mm},4$; épaisseur, $1^{mm},2$. La lumière centrale s'est un peu renflée : sa longueur n'est plus que de 180 μ. La hauteur de l'épithélium atteint 60 μ.

Vers la 120e coupe, le conduit régulièrement cylindrique mesure 1 millimètre de diamètre. La lumière centrale, légèrement contournée en forme d'∽, possède une longueur de 140 μ.

Vers la 130e coupe, le conduit utéro-vaginal s'aplatit d'avant en arrière; sa cavité participe à cet aplatissement, qui va en s'accentuant jusqu'à l'orifice des trompes.

Canaux de Wolff. Nous signalerons, en plus, chez le fœtus précédent, la persistance des deux canaux de Wolff, sur une longueur de $3^{mm},2$ (110 coupes) à partir de l'extrémité vestibulaire, avec une interruption de la 30e à la 38e coupe par le canal

(1) Il est assez difficile, dans l'état actuel de la science, d'indiquer les conditions embryogéniques qui font que telle variété épithéliale succède à une autre, et de préciser le mécanisme exact de ces substitutions. Ainsi l'épithélium de l'œsophage, chez le fœtus humain, appartient franchement au type prismatique jusqu'au troisième mois de la vie intra-utérine, époque à laquelle on voit des îlots de cellules pavimenteuses apparaître de distance en distance au milieu des éléments prismatiques, sans qu'il soit possible de rattacher ces îlôts pavimenteux à l'épithélium de l'excavation buccale, ou encore à des restes de l'épithélium des fentes branchiales (Cadiat). D'autre part, l'épithélium du conduit uro-génital subit des modifications en sens inverse. D'abord pavimenteux stratifié, il devient prismatique stratifié (fœtus de 12,5/17), puis retourne à l'état pavimenteux chez la femme adulte (épithélium de la muqueuse valvaire), tandis que chez l'homme il conserve pendant toute la vie les caractères d'épithélium prismatique stratifié (voy. Tourneux et Wertheimer, *Soc. de biologie*, 19 avril 1884).

du côté droit, et de la 30° à la 48° par celui du côté gauche. Ces deux canaux cheminent dans les parois latérales du conduit utéro-vaginal, à une distance de 130 à 140 μ de ce conduit, et viennent s'ouvrir à l'extrémité supérieure du canal vestibulaire, en arrière de l'urèthre et de chaque côté du cylindre épithélial qui comble la lumière du vagin (fig. 8). Dans les points où les canaux de Wolff ont persisté dans leur plus grande intégrité, leur section, nettement circulaire, mesure un diamètre d'environ 70 μ; la cavité centrale (25 μ de diamètre) se montre remplie de grains et d'aiguilles jaunâtres de provenance indéterminée (1).

Fœtus b. — Ce fœtus nous présente un stade un peu plus avancé que le précédent.

Le segment inférieur du tube utéro-vaginal est tapissé par un épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur de 40 μ, qui comble entièrement la lumière du conduit, au voisinage de sa terminaison vestibulaire. Supérieurement, l'épithélium est prismatique, mesurant une hauteur de 35 à 40 μ. Toutes les coupes transversales n'ayant pas été conservées et numérotées, il nous est impossible d'indiquer sur ce fœtus les longueurs respectives des segments à épithélium pavimenteux et à épithélium prismatique, ainsi que les variations de forme que subit le tube utéro-vaginal aux différents niveaux. Nous nous contenterons de signaler les principales modifications suivantes :

Inférieurement la section du cordon épithélial qui remplit la cavité du canal génital, est assez régulièrement circulaire, puis elle prend la forme d'un T à branche verticale dirigée en arrière. La section s'étire ensuite transversalement, en même temps que la branche verticale du T disparaît, et qu'une faible lumière se dessine au centre du cordon épithélial. Plus haut, la forme de la lumière épithéliale est celle d'un croissant à concavité antérieure; à ce niveau, l'épithélium pavimenteux stratifié se transforme graduellement en épithélium prismatique. Supérieurement, la cavité du canal génital se contourne en forme d'∽ couchée transversalement. Les deux épaississements longi-

(1) Voyez sur la persistance des canaux de Wolff chez le fœtus humain, les travaux suivants : Beigel, *Zur Entwickelungsgeschichte des Wolff'schen Körpers beim Menschen*, *Ctbl.* 1878, n° 27; Geigel, *loc. cit.*; Dohrn, *Arch. f. Gynækologie*, 1883; Rieder, *Virchow's Arch.* 1884.

tudinaux des parois antérieure et postérieure qui déterminent cette incurvation, représentent les rachis des futurs arbres de vie du col de l'utérus (1). Enfin, au sommet, la lumière redevient rectiligne, aplatie d'avant en arrière.

La paroi du conduit utéro-vaginal (tissu du cordon génital), ne se laisse pas encore décomposer en muqueuse et en musculeuse distinctes. Elle paraît exclusivement formée d'éléments cellulaires tassés les uns contre les autres, avec un peu de matière amorphe interposée et quelques vaisseaux en voie de développement. Toutefois, les cellules les plus externes, allongées, commencent à se disposer en couches concentriques, tandis que les plus internes, polyédriques, sont distribuées sans aucun ordre apparent; on passe, d'ailleurs, par une transition insensible de la couche de cellules polyédriques à la couche superficielle.

L'épithélium du segment supérieur du tube génital se rapproche par sa structure des épithéliums prismatiques stratifiés, ainsi que tend à le démontrer l'existence de noyaux placés à des hauteurs différentes. Toutefois, en certains points, on reconnaît nettement que les cellules auxquelles appartiennent les noyaux profonds, s'effilent par leur extrémité supérieure qui s'engage entre les cellules superficielles, pour arriver jusqu'à la surface. Ce serait une sorte d'intermédiaire entre l'épithélium nettement stratifié des conduits de Müller et l'épithélium prismatique simple de l'utérus de l'adulte. La membrane épithéliale est séparée du tissu sous-jacent par une mince zone hyaline de 2 μ environ d'épaisseur.

Les seules mensurations que nous trouvions indiquées dans nos notes, sont les suivantes : distance de l'utérus à la fente génitale, $7^{mm},5$; longueur des ligaments ronds, 2 millimètres.

Fœtus de $9/12,5^{ctm}$.

1° *Fœtus catalogué* 9/12,5 *c.* — L'état de macération de ce fœtus, quand il nous fut remis, ne nous a pas permis d'étudier

(1) La disposition exacte des rachis des arbres de vie paraît avoir été indiquée pour la première fois par Guyon : « Nous avons pu constater chez le fœtus que l'axe de la paroi postérieure est à gauche, tandis que celui de la paroi antérieure occupe régulièrement la droite, de telle sorte que, ces parois étant en contact, ces deux saillies s'emboîtent, ou plutôt déterminent l'emboîtement réciproque des parois sur lesquelles elles se sont développées » (*loc. cit.*).

la structure de ses organes génitaux. Nous avons dû nous contenter de prendre les mensurations suivantes :

Le canal génital possède une longueur de $7^{mm},5$. Le fond de l'utérus, d'une largeur de $4^{mm},5$, s'élève à 4 millimètres au-dessus de la symphyse pubienne ; il est distant de 10 millimètres de la fente uro-génitale. Les culs-de-sac que forme le péritoine en avant et en arrière du canal génital sont profonds, l'antérieur (utéro-vésical) de $2^{mm},5$, et le postérieur (recto-vaginal) de $4^{mm},5$. Les ligaments ronds mesurent une longueur de $2^{mm},5$.

2° *Fœtus a.* — L'extrémité inférieure de ce fœtus sur une longueur de $10^{mm},5$ a été décomposée de bas en haut en 253 coupes transversales. Le canal génital s'est trouvé intéressé sur 162 coupes, qui représentent une longueur d'environ $6^{mm},5$. Les portions de ce canal tapissées par un épithélium pavimenteux stratifié et par un épithélium prismatique, et que nous désignerons dès maintenant sous les noms de portions vaginale et utérine, bien que la transition entre les deux épithéliums soit encore graduelle, et qu'il n'y ait aucune démarcation tranchée entre l'utérus et le vagin, mesurent, la première, une longueur de $3^{mm},5$, et, la seconde, une longueur de 3 millimètres.

Les coupes passant au niveau de l'extrémité vestibulaire du vagin, montrent en ce point la fusion intime du canal génital et des deux canaux de Wolff (fig. 12). La masse épithéliale qui remplit le segment terminal du vagin, renferme, en effet, sur une hauteur de 3 coupes, deux traînées longitudinales de granules jaunâtres, analogues à ceux qu'on trouve à l'intérieur des canaux de Wolff en voie de disparition chez le fœtus de 7,5/10,5 *a*. Ces traînées jaunâtres occupent les parties antéro-latérales de la masse épithéliale ; elles répondent exactement à la position des canaux de Wolff par rapport aux conduits de Müller.

Au niveau de ces traînées jaunâtres, et un peu au-dessus, sur une hauteur d'environ 8 coupes, la masse épithéliale du vagin a la forme d'une lame aplatie d'avant en arrière, dont la face postérieure se soulève sur la ligne médiane en un léger éperon vertical. La section transversale de la masse épithéliale du vagin se présente par suite sous la forme d'un T (Geigel, *loc. cit.*), dont les branches horizontales répondent aux

deux moitiés latérales, et la branche verticale à l'éperon postérieur de la lame épithéliale (1).

Vers la 10ᵉ coupe, la saillie épithéliale postérieure disparaît, en même temps que les bords latéraux de la lame transversale s'incurvent en avant, et donnent à sa section transversale la forme d'un croissant, dont la courbure antérieure s'accentue de plus en plus pendant les coupes suivantes. Ce croissant est entièrement plein jusqu'à la 36ᵉ coupe, où l'on voit une faible lumière circulaire apparaître en son milieu. Les dimensions du vagin sont, à ce niveau, de $1^{mm},3$ pour le diamètre transversal, et de $0^{mm},8$ pour le diamètre antéro-postérieur ; le croissant mesure lui-même une longueur de $0^{mm},8$, sur une épaisseur de 60 μ.

A partir de ce point (36ᵉ coupe), la courbure de la lame épithéliale s'efface peu à peu, tandis que la lumière centrale augmente de largeur, et empiète ainsi de plus en plus sur les deux cornes du croissant (fig. 13).

Vers la 90ᵉ coupe, répondant à peu près à la transition entre l'épithélium pavimenteux stratifié du vagin et l'épithélium prismatique de l'utérus, la cavité génitale est devenue rectiligne sur la coupe. Sa largeur (y compris la couche épithéliale) atteint $0^{mm},650$ sur une épaisseur de $0^{mm},150$. Quant au canal génital dans son ensemble, plus renflé que précédemment, il mesure un diamètre transversal de $1^{mm},5$, et un diamètre antéro-postérieur de $1^{mm},3$. La hauteur de l'épithélium prismatique est de 50 μ.

Vers la 123ᵉ coupe, le canal se rapproche de la forme cylindrique ($1^{mm},4$ sur $1^{mm},3$). En même temps, sa cavité subit une double incurvation qui se traduit sur la coupe par la forme en ∽ romaine ainsi couchée transversalement, que nous avons déjà signalée sur le fœtus de 7,5/10,5 *b ;* son bord droit se porte toujours en avant, et son bord gauche en arrière. Cette double incurvation complète vers la 141ᵉ coupe, se poursuit jusqu'à la 149ᵉ (fig. 14).

(1) Cette disposition particulière de l'épithélium du vagin trouverait peut-être son explication dans la fusion que nous avons admise entre les extrémités inférieures des conduits de Wolff et de Müller. Les conduits de Wolff, antérieurs, formeraient les deux branches horizontales du T, tandis que les conduits de Müller, postérieurs, ne donneraient naissance qu'à la branche postérieure.

Vers le sommet du canal génital (de la 149e à la 162e coupe), la cavité devenue à peu près rectiligne, s'élargit de plus en plus jusqu'aux orifices tubaires, en même temps que le canal dans son ensemble s'aplatit d'avant en arrière.

Canaux de Wolff. — Le canal de Wolff du côté droit a disparu dans toute sa longueur; celui de gauche a persisté sur une hauteur de 36 coupes, de la 107e à la 143e coupe, avec des alternatives de rétrécissement et de dilatation sur son parcours.

Fœtus de 10,5/14,5ctm.

Le conduit utéro-vaginal possède une longueur totale de 10 millimètres; son extrémité supérieure, large de 3 millimètres, remonte à 5 millimètres au-dessus du pubis. Les ligaments ronds mesurent 3 millimètres. Le conduit utéro-vaginal a été décomposé en coupes sagittales (fig. 15).

La portion utérine, d'une longueur de 4mm,5, est tapissée par un épithélium prismatique d'une épaisseur de 35 à 40 μ. Les cellules qui le composent, plus effilées que dans les stades antérieurs, sont limitées superficiellement par un bord net, légèrement réfringent; leurs extrémités profondes sont déchiquetées, parfois rameuses.

L'épithélium est séparé du tissu sous-jacent par une membrane basilaire de 2 à 3 μ d'épaisseur. La tunique chorio-musculaire présente les mêmes caractères que chez les fœtus de 7,5/10,5.

A une distance de 4mm,5 du fond du conduit, l'épithélium prismatique de la portion utérine, se transforme, par une transition ménagée, en épithélium pavimenteux stratifié. Les cellules profondes, allongées au début perpendiculairement à la surface, augmentent peu à peu d'épaisseur, et se rapprochent ainsi de la forme polyédrique. En même temps, les cellules superficielles s'étalent transversalement, prennent l'aspect de cellules pavimenteuses, et ne tardent pas à s'étager sur plusieurs plans (fig. 16). Dans une étendue de 1mm,8 à partir de l'extrémité vestibulaire, les parois épithéliales antérieure et postérieure sont intimement soudées entre elles, sans trace de lumière centrale. La lame épithéliale, résultant de cette soudure, mesure d'abord une épaisseur de 50 μ, puis on la voit se renfler en arrière, à

1 millimètre environ du vestibule, et atteindre une épaisseur de 300 μ. Ce renflement postérieur répond à la branche verticale du T que nous avons signalée précédemment.

Fœtus de 12,5/17ctm.

Fœtus a. — Le conduit utéro-vaginal, d'une longueur totale de 13 millimètres, a été décomposé en coupes sagittales. A une distance de 6 à 7 millimètres du fond de l'utérus, on rencontre un renflement notable, surtout accusé en arrière, qui nous paraît répondre au point où se développera dans la suite la portion vaginale du col de l'utérus ; c'est, en effet, à la hauteur de ce renflement que s'opère la transition entre les épithéliums des portions utérine et vaginale.

La portion utérine mesure une longueur de $6^{mm},5$. Son épithélium est formé de cellules prismatiques allongées (50 μ), dont la face libre supporte une bordure réfringente assimilable à un plateau. La membrane basilaire sous-épithéliale, très accusée vers le fond de l'utérus où elle atteint 5 μ, diminue graduellement d'épaisseur jusqu'à la transition épithéliale qui s'opère à peu près vers le milieu du canal génital. En ce point l'épithélium a également diminué de hauteur (30 μ). La transition épithéliale est toujours graduelle.

L'épaisseur de la paroi postérieure de l'utérus mesure $0^{mm},50$; au niveau du renflement elle s'élève à $0^{mm},90$. La différenciation de la muqueuse et de la musculeuse tend à s'accentuer.

Le stade qui nous occupe se distingue surtout des stades antérieurs par l'apparition des premiers sillons des arbres de vie sous forme de légères dépressions de la surface de la muqueuse. Ces dépressions débutent à une faible distance au-dessus de la transition épithéliale, et s'étendent sur une longueur de 2 millimètres.

La longueur de la portion vaginale est de $6^{mm},5$. L'épithélium pavimenteux stratifié comble entièrement la lumière du conduit sur une hauteur de $2^{mm},5$ à partir du vestibule.

2° *Fœtus* b. — L'extrémité inférieure de ce fœtus, sur une hauteur de $12^{mm},5$ a été décomposée en 215 coupes transversales ; la coupe la plus élevée s'arrête à un millimètre au-dessous du fond de l'utérus. Le canal génital a été intéressé sur 171 coupes, représentant $8^{mm},5$. En ajoutant le millimètre non coupé,

on obtient pour sa longueur totale $9^{mm},5$, dont 3 millimètres pour la portion utérine, et $6^{mm},5$ pour la portion vaginale.

Les modifications que nous avons indiquées dans la forme du canal vaginal aux différentes hauteurs sur les fœtus de 7,5/10,5 et de 9/12,5 atteignent ici leur maximum de netteté. La forme en T que dessine sur la coupe l'extrémité inférieure de la masse épithéliale du vagin se poursuit sur une hauteur de 20 préparations.

Vers la 15e coupe (fig. 17), le vagin mesure une largeur de 2 millimètres sur une épaisseur de $1^{mm},3$. La lame épithéliale transversale formant les branches horizontales du T possède une longueur de $1^{mm},4$, son épaisseur est de 60 μ; la branche postérieure atteint $0^{mm},5$. Il faut remarquer en plus que les trois branches du T épithélial sont maintenant couvertes de saillies irrégulières, qui augmenteront considérablement le calibre du conduit, lors de sa perméabilité et de sa dilatation.

Au niveau même de l'origine du vagin, le diamètre de la masse épithéliale descend à 650 μ. Nous avons déjà insisté précédemment (Voy. *Formation de l'hymen*) sur ce rétrécissement de l'extrémité vestibulaire du vagin, qui nous paraît jouer un rôle considérable (avec la dilatation de la partie supérieure du vagin) dans le développement de l'hymen.

La forme en croissant s'étend de la 20e à la 117e préparation, c'est-à-dire occupe une hauteur de près de 5 millimètres. Les parois vaginales participent également à l'incurvation de la lame épithéliale incluse, et constituent ainsi une gouttière longitudinale, ouverte en avant (fig. 18). Au niveau de la 91e coupe, les deux bords de la gouttière sont distants de $2^{mm},4$; l'épaisseur du vagin, sur la ligne médiane, est de $0^{mm},780$. Le croissant épithélial mesure une longueur de $1^{mm},5$, sur une épaisseur de 60 μ.

La lame épithéliale du vagin est absolument pleine jusqu'à la 40e coupe ; à ce niveau, on aperçoit, au milieu du croissant épithélial légèrement renflé sur la ligne médiane, un petit pertuit circulaire qui se poursuit sans grandes modifications jusqu'à la 117e coupe. De la 117e à la 130e coupe, la lame épithéliale tend à devenir rectiligne sur la coupe, en même temps que sa lumière s'étire transversalement, et se rapproche de plus en plus par ses extrémités des bords de la lame. Le canal génital s'est d'autre

part légèrement renflé. De la 130e à la 135e coupe, la lumière se maintient rectiligne et transversale.

C'est à peu près au niveau de la 130e coupe, c'est-à-dire au moment où le croissant épithélial s'est complètement redressé, que s'opère la transition épithéliale de l'utérus et du vagin (fig. 19). L'examen de toute la série des coupes de bas en haut, nous apprend que cette transition est graduelle, comme dans les stades antérieurs, et que, de plus, elle débute plus tôt sur la ligne médiane que sur les parties latérales, où l'épithélium conserve encore pendant plusieurs préparations ses caractères d'épithélium parvimenteux stratifié. L'épaisseur de l'épithélium prismatique de l'utérus varie de 35 à 40 μ.

Vers la 135e coupe, commence l'incurvation en ∽ de la cavité de l'utérus, que l'on retrouve sur toutes les préparations jusqu'à la dernière coupe (171e). Les deux gouttières répondant aux rachis des arbres de vie sont d'abord entièrement lisses, mais vers la 150e coupe (fig. 19) elles présentent de légères dépressions, première ébauche des sillons des arbres de vie. Nous avons déjà signalé l'apparition de ces sillons sur le fœtus précédent de même longueur (12,5/17 α), dont le canal génital a été sectionné en coupes longitudinales.

Vers la 150e coupe (fig. 19), les dimensions de l'utérus sont de 2mm pour sa largeur et de 1mm,5 pour son diamètre antéro-postérieur ; la longueur de sa lumière en ∽, y compris l'épithélium, est de 1mm,2.

Nous avons indiqué, en commençant, que l'extrémité supérieure de l'utérus sur une hauteur de 1mm répondant au corps, n'avait pas été décomposée en coupes transversales.

Canaux de Wolff. — Nous signalerons, comme derniers vestiges des canaux de Wolff, deux petits amas épithéliaux solides, situés à des hauteurs différentes dans les parois latérales du canal génital. Le premier de ces amas, qui se prolonge à gauche de la 93e à la 96e coupe, mesure un diamètre transversal de 150 μ, sur un diamètre antéro-postérieur de 300 μ ; il est distant de 75 μ du croissant épithélial du vagin. Le second, situé plus haut et à droite, n'existe que sur deux coupes (136 et 137). De forme à peu près circulaire, il possède un diamètre uniforme de 35 μ ; sa distance à l'épithélium prismatique de l'utérus est de 45 μ.

FŒTUS 16/23,5^{cm}.

Les coupes sagittales pratiquées sur le canal génital nous montrent pour la première fois une séparation nette entre l'utérus et le vagin, par suite de la délimitation de la portion vaginale du col de l'utérus. A une distance de 11^{mm} du fond de l'utérus, la lame épithéliale du vagin, absolument pleine dans toute sa hauteur, supporte une sorte de cupule aplatie d'avant en arrière, dont la concavité dirigée en haut délimite un mamelon peu élevé, continu par sa base avec la portion utérine du col : c'est le museau de tanche (fig. 21).

Dimensions. — La longueur totale du conduit utéro-vaginal est de 21^{mm},5 dont 11^{mm} pour l'utérus et 10^{mm},5 pour le vagin. Le cul-de-sac recto-vaginal descend à une distance de 15^{mm} du fond de l'utérus; le cul-de-sac utéro-vésical, moins développé, n'atteint que 3^{mm},5. Les ligaments ronds mesurent une longueur de 6^{mm}.

Structure de l'utérus. — La face interne de l'utérus, sur une distance de 4^{mm},2, à partir du fond, est absolument lisse. L'épithélium, nettement prismatique, y mesure une épaisseur variable de 40 à 60 μ. Plus bas, dans une étendue de 5^{mm}, cette face interne présente, en avant et en arrière, une série de sillons transversaux dont les plus accusés atteignent une profondeur de 180 μ. L'épaisseur de l'épithélium, à ce niveau, est de 35 μ. En se rapprochant de l'extrémité vaginale du col, la surface redevient lisse dans une étendue de 1^{mm},3. La membrane basilaire sous-jacente à la couche épithéliale, mesure de 3 à 4 μ. Les parois utérines, plus développées que précédemment, laissent entrevoir la disposition en faisceaux des fibres musculaires lisses.

Structure du vagin. — La cavité qui persistait encore chez les fœtus précédents dans le segment supérieur de la masse épithéliale du vagin, a complétement disparu; les parois épithéliales du vagin sont intimement soudées dans toute la hauteur de cet organe. D'autre part, on constate que la lame épithéliale résultant de cette soudure, donne naissance, dans toute son étendue, à des prolongements cellulaires sous forme de lamelles incomplètes, qui s'enfoncent perpendiculairement dans le chorion sous-jacent, et y délimitent les bourrelets transversaux connus

sous le nom de plis du vagin. La longueur de ces prolongements cellulaires, mesurée sur les coupes sagittales, est comprise entre 200 à 230 μ, leur épaisseur entre 60 à 130 μ. Leur distance très variable est en moyenne de 200 μ.

Formation du museau de tanche. — Au début de cette description, nous avons appelé l'attention sur la cupule que supporte supérieurement la lame épithéliale du vagin, et qui délimite le museau de tanche du col de l'utérus. Nous devons entrer maintenant dans quelques détails sur cette formation anatomique d'une importance capitale dans l'histoire du développement de l'utérus.

Sur les coupes sagittales, la cupule épithéliale du vagin se trouve dessinée par deux prolongements courbes, greffés sur l'axe épithélial central du canal génital (fig. 21). Ces deux prolongements de forme sensiblement analogue, possèdent sur la ligne médiane une longueur commune de 500 μ sur une épaisseur de 40 μ. La distance entre leurs extrémités supérieures, qui mesure le diamètre même du museau de tanche, atteint $1^{mm},4$; la hauteur de ce museau peut être évaluée à environ 400 μ.

Nous devons faire remarquer que l'axe épithélial médian qui fournit par son bourgeonnement la cupule épithéliale précédente, est aplati d'avant en arrière (lame épithéliale). La cupule épithéliale sera également aplatie dans le même sens, ainsi que le museau inclus dans sa cavité. La lame épithéliale se poursuivant d'autre part suivant l'axe du museau, ce dernier, lors de l'écartement des parois du vagin, montrera un orifice externe étiré en forme de fente transversale, et paraîtra lui-même formé de deux lèvres, l'une antérieure, l'autre postérieure.

Les coupes sagittales montrent de plus que le prolongement antérieur de la cupule épithéliale est situé un peu au-dessous du prolongement postérieur : la lèvre antérieure déborde inférieurement la lèvre postérieure. Nous aurons à signaler dans les stades suivants des différences encore plus accusées dans le développement des deux lèvres du museau de tanche.

C'est à peu près au niveau de la lèvre postérieure que se termine, en s'effilant, la lumière de la cavité du col de l'utérus. L'épithélium pavimenteux stratifié du vagin se poursuit encore dans le canal cervical, à une distance de $0^{mm},5$, et se continue

au delà, par une transition graduelle, avec l'épithélium prismatique de l'utérus.

Les faits qui précèdent nous paraissent surtout intéressants en ceci, qu'ils montrent que le museau de tanche n'est pas représenté, du moins au début, par un épaississement de la paroi interne du canal génital venant faire saillie dans le vagin, mais que c'est, au contraire, l'épithélium pavimenteux stratifié de cet organe qui, bourgeonnant en dehors et en haut, vient en quelque sorte sculpter, dans l'épaisseur de la paroi, la portion vaginale du col de l'utérus.

Voici comment Dohrn s'exprime au sujet de la formation du museau de tanche : « La portion vaginale du col de l'utérus commence à se développer de la 15e à la 16e semaine. Dans la région de la future lèvre antérieure du museau de tanche, on voit se former une saillie arrondie qui, bourgeonnant en arrière, refoule la paroi postérieure du conduit génital. Peu après, on remarque sur cette paroi postérieure, et un peu au-dessus de la dépression, une seconde saillie, rudiment du segment postérieur de la portion vaginale. — La division du canal en utérus et en vagin s'accentue rapidement, et un mois plus tard la portion vaginale prend l'aspect d'un cône saillant dans le vagin. » (*Marb. Gesellschaft,* 1875, page 2). Cette description ne répond pas à ce que nous venons de voir sur le fœtus de 16/23,5 mais elle s'applique entièrement au fœtus de 20/31 *a* (6e mois lunaire). Ajoutons que Geigel (*loc. cit.*) a trouvé le museau de tanche à peine accusé sur le fœtus humain du 6e mois.

Fœtus 16/24^{cm}.

Les organes génitaux de ce fœtus ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous venons de décrire sur le fœtus de 16/23,5. Le canal génital, d'une longueur de 20^{mm} (dont 11,5 pour l'utérus et 8,5 pour le vagin), s'élève par son sommet à 10^{mm} au-dessus de la symphyse pubienne. Sa largeur mesure 5^{mm} entre les insertions des troupes, et 3^{mm},5 dans la région du col. Le diamètre transversal du vagin est de 4^{mm},5, son épaisseur de 3^{mm}. Les culs-de-sac péritonéaux atteignent, l'antérieur 4, et le postérieur 14^{mm} de profondeur. Les ligaments ronds possèdent une longueur de 6^{mm}.

L'état de macération de ce fœtus ne nous a pas permis d'en

faire une étude complète. Toutefois sur les coupes sagittales qui intéressent en long le canal génital, on retrouve la cupule épithéliale qui limite inférieurement le col de l'utérus (fig. 22). La lame épithéliale du vagin s'est seulement un peu renflée; ses éléments ont augmenté de volume et se sont multipliés, amenant ainsi la dilatation du vagin, et refoulant en haut les lèvres du museau de tanche.

Fœtus de 19/28 centimètres.

Forme, dimensions, rapports. — Le conduit utéro-vaginal décrit une demi-circonférence, dont le diamètre, mesurant la distance du fond de l'utérus à la vulve, est de 25 millimètres; sa face postérieure, légèrement refoulée à gauche, présente l'empreinte du rectum. Le fond de l'utérus est situé à 9 millimètres au-dessus du pubis; il est légèrement ramené en avant, mais sans antéflexion accusée.

La largeur de l'utérus, qui s'élève à 5 millimètres entre les insertions tubaires, descend peu au-dessous à 4 millimètres, mais il est impossible de distinguer la limite de séparation du corps et du col. De même inférieurement, l'organe se renfle progressivement pour se continuer avec le vagin, sans démarcation apparente à l'intérieur.

Le cul-de-sac utéro-vésical peu prononcé ne mesure que 6 millimètres de profondeur; le cul-de-sac recto-vaginal atteint 17 millimètres. La longueur des ligaments ronds est de 6mm,5.

Structure du conduit utéro-vaginal. — La longueur totale de l'utérus, mesurée sur la coupe longitudinale, après redressement de l'organe, est de 14 millimètres. Des deux lèvres du museau de tanche, l'antérieure seule est dessinée, mais sans saillie appréciable dans la cavité du vagin. La paroi postérieure, presque rectiligne, ne montre aucun épaississement répondant à la lèvre postérieure.

Le vagin, entièrement bourré de cellules épithéliales, mesure un diamètre transversal de 8 millimètres, et un diamètre antéro-postérieur de 5mm,5. Sur les coupes déposées dans l'eau, toutes les cellules centrales se détachent, et les parois vaginales se montrent alors tapissées par un épithélium pavimenteux stratifié d'une hauteur de 150 à 200 μ. Les cellules pavimenteuses desquamées ont une largeur de 40 à 60 μ; leur corps cellulaire,

légèrement granuleux, renferme un petit noyau circulaire de 6 à 9 μ qui, sur quelques éléments, est en voie de disparition.

L'épithélium pavimenteux stratifié resté adhérent aux parois vaginales, s'enfonce dans le canal cervical à une profondeur de 3 millimètres. D'une épaisseur de 90 à 100 μ, au niveau de l'orifice externe, cet épithélium diminue progressivement de hauteur, pour se continuer par une transition graduelle avec l'épithélium cylindrique du col. Les saillies de la muqueuse du vagin, bien que considérablement atténuées dans leurs dimensions, se poursuivent de même à une petite distance à l'intérieur du canal. Ce fait semble indiquer que l'orifice externe du col, chez le fœtus que nous examinons, ne correspond pas à celui de l'adulte, mais que la portion du canal cervical tapissée par un épithélium pavimenteux stratifié sera peu à peu refoulée au dehors (extroversée), et contribuera à former la surface vaginale du museau de tanche.

La muqueuse vaginale avec ses nombreuses saillies transversales (400 μ de hauteur) est sillonnée dans toute son épaisseur par un réseau de larges capillaires sanguins de 12 à 15 μ de diamètre. Ce réseau se prolonge dans toute la portion du col occupée par un épithélium pavimenteux, puis, s'incurvant en dehors, passe au-dessous de la tunique musculeuse du col, pour se continuer avec le riche plexus veineux sous-musculaire de l'utérus.

La muqueuse de l'utérus, à peine distincte de la tunique musculeuse, mesure une épaisseur d'un demi-millimètre; elle est parcourue par des capillaires sanguins très ténus, dont la plupart sont en développement. Sa composition élémentaire n'a pas varié.

Les sillons des arbres de vie débutent à 4 millimètres de l'orifice externe, et disparaissent à 3 millimètres du fond de l'utérus : ils occupent une hauteur d'environ 7 millimètres. Les sillons inférieurs, plus développés (500 μ de profondeur) ont leurs parois creusées de dépressions secondaires.

L'épithélium de l'utérus est notablement plus épais dans le corps (45 μ) que dans le col (20 à 25 μ); il augmente de hauteur dans le fond des sillons (45 μ).

La conformation de l'extrémité inférieure ou vaginale du col de l'utérus sur ce fœtus, ne répond pas à la description que

nous en avons donnée chez les fœtus précédents de 16/23,5 et de 16/24. La lèvre antérieure du museau de tanche regarde directement en arrière, sans proéminer dans le vagin; quant à la paroi postérieure du canal génital, elle ne montre aucun épaississement ou saillie interne qu'on puisse assimiler à une lèvre postérieure. Il faut probablement chercher la cause de ces modifications du museau de tanche dans la distension rapide et considérable du vagin par accumulation des cellules épithéliales. Cette distension s'exerçant aussi bien dans le sens longitudinal que transversal, le museau de tanche se trouve comprimé et refoulé en haut, tandis que l'extrémité inférieure du vagin vient faire saillie, sous forme d'hymen, dans le vestibule. Le vagin ainsi distendu se termine à chacune de ses extrémités par un orifice rétréci, supérieurement par l'orifice externe du col de l'utérus, et intérieurement par l'orifice hyménial.

Fœtus de 20/31 centimètres.

Nous avons eu l'occasion d'examiner deux fœtus femelles de la même gestation, mesurant chacun 20/31 centimètres. Bien que d'égale longueur, ces deux fœtus représentent des stades sensiblement différents. Nous avons déjà signalé des variations analogues dans le développement du conduit utéro-vaginal sur deux fœtus de la même longueur 7,5/10,5.

Fœtus a. — *Forme, dimensions.* — Le canal génital forme une courbe à concavité antérieure mesurant, du fond de l'utérus à la vulve, 29 millimètres, dont 13 appartiennent à l'utérus et 16 au vagin.

Le fond de l'utérus, situé à 15 millimètres au-dessus du pubis, mesure entre les insertions des trompes 7 millimètres. A une distance de 4 millimètres du fond, on rencontre un rétrécissement notable, répondant à l'union du corps et du col, ainsi que le démontrent les caractères de la face interne; le col est globuleux, cylindroïde. L'épaisseur des parois mesure, au niveau du col, $1^{mm},5$; dans le tiers supérieur, elle est de $1^{mm},2$. Les ligaments ronds possèdent une longeur de $10^{mm},5$. Le cul-de-sac antérieur du péritoine est profond de $5^{mm},5$; le postérieur, de 19 millimètres.

Structure du canal génital (coupes sagittales). — La face interne de l'utérus, lisse sur un espace de 4 millimètres à partir

du fond, présente, dans la région du col, de nombreux sillons transversaux qui disparaissent à une distance de 1 millimètre à 1^{mm},5 de l'orifice externe. Les sillons supérieurs sont généralement simples, les inférieurs plus accusés (500 à 600 μ de profondeur) montrent sur leurs parois des dépressions secondaires dont quelques-unes, par leur disposition en doigt de gant, rappellent des involutions glandulaires. L'épithélium qui tapisse ces sillons, ainsi que leurs dépressions alvéolaires, ne diffère pas sensiblement de celui de la surface ; il est seulement un peu plus épais (35 à 40 μ).

En ce qui concerne la portion vaginale du col de l'utérus, la lèvre antérieure seule est bien dessinée. La saillie de 1 millimètre qu'elle fait à l'intérieur de la cavité vaginale est reçue dans une dépression correspondante de la paroi postérieure, au-dessus de laquelle se trouve le renflement de la lèvre postérieure (fig. 23). La surface de la lèvre antérieure, irrégulière, comme crevassée, est tapissée, dans toute son étendue par un épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur de 150 μ; l'extrémité inférieure seule de la lèvre postérieure en est recouverte sur une hauteur de 130 μ. L'épithélium diminue ensuite brusquement d'épaisseur pour se continuer, par une transition encore graduelle, avec l'épithélium cylindrique de la cavité du col. On observe des modifications analogues pour la lèvre antérieure.

La muqueuse de l'utérus, différenciée à ce stade de la couche musculeuse, mesure une épaisseur de 0^{mm},4. Son chorion est formé de cellules polyédriques, englobées dans une matière amorphe dense, finement granuleuse, avec de nombreux vaisseaux sanguins, dont quelques-uns sont en voie de développement.

Les faisceaux musculaires de la tunique musculeuse, plus nets que dans les stades antérieurs, sont orientés dans des directions variées qui ne permettent pas de décomposer cette tunique en couches distinctes. Toutefois, la direction dominante est circulaire en dedans, et longitudinale en dehors. L'épaisseur de la tunique musculeuse est d'environ 1 millimètre.

La lumière du vagin est encore comblée, dans toute sa longueur, par des cellules épithéliales. Seulement, sur la coupe, les cellules les plus centrales se désagrègent, les parois opposées

s'écartent l'une de l'autre, et restent tapissées par un épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur de 150 μ. Les saillies transversales de la muqueuse du vagin, de forme irrégulière, possèdent une hauteur moyenne de 400 μ.

Fœtus b. — L'utérus mesure la même longueur que chez le fœtus précédent, mais il est plus renflé, plus globuleux ; sa structure est aussi notablement plus avancée. Extérieurement, on observe de même un rétrécissement situé à 4 millimètres du fond de l'utérus, et répondant à peu près à l'union du col et du corps. L'épaisseur des parois antérieure et postérieure, qui mesure $1^{mm},5$ dans la région du corps, augmente progressivement dans toute la longueur du col, et atteint $2^{mm},5$ au niveau de l'insertion du vagin.

La muqueuse du corps de l'utérus se soulève en plis irréguliers qui répondent à des dépressions de la paroi opposée. L'épithélium, formé d'une couche unique de cellules prismatiques effilées, varie de 20 à 40 μ de hauteur. Le chorion, distinct de la tunique musculeuse, possède une épaisseur de 450 à 500 μ ; il est traversé par un réseau capillaire d'une extrême richesse. La membrane basilaire sous-épithéliale, très nette, mesure 3 à 4 μ.

Dans la région du col, les sillons des arbres de vie atteignent une profondeur de $0^{mm},5$ sur une largeur moyenne de 80 μ ; leurs parois sont creusées de dépressions secondaires d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche davantage de la portion vaginale du col. Ces sillons disparaissent à une distance de 2 millimètres de l'orifice externe.

Les deux lèvres du museau de tanche, à surface irrégulière et couverte de longues saillies choriales, sont maintenant en regard l'une de l'autre : la lèvre antérieure fait une saillie de $1^{mm},5$ dans la cavité vaginale ; la postérieure, plus courte et plus arrondie, ne proémine que de 1 millimètre environ. La transition épithéliale s'opère comme chez le fœtus précédent (*a*).

Fœtus de $21/32^{ctm}$ (poids 680 gr.).

Forme, dimensions, rapports. — L'utérus, moulé dans la courbure du rectum dont sa face postérieure garde l'empreinte, et légèrement déjeté à gauche, décrit une courbe à concavité antérieure. De plus, son extrémité supérieure, sur une hauteur

de 4 millimètres, est infléchie en avant sous forme de crochet; le fond, à peine saillant au-dessus des trompes, regarde directement la paroi antérieure de l'abdomen. Un sillon assez accusé en avant, marque la limite entre le corps et le col. L'utérus remonte à 11 millimètres au-dessus du pubis; la distance du fond à l'orifice vulvaire est de 32 millimètres.

L'utérus mesure entre les trompes une largeur de 6 millimètres qui descend à 4mm,5 au niveau de la ligne de séparation du corps et du col, puis l'organe se renfle progressivement jusqu'à l'insertion vaginale. Le diamètre transversal du vagin atteint 9 millimètres; son diamètre antéro-postérieur, plus réduit, n'est que de 6 millimètres.

La profondeur des culs-de-sac péritonéaux mesure pour l'antérieur 6 millimètres, et pour le postérieur 8 millimètres. Les ligaments ronds dirigés presque horizontalement ont une longueur de 7mm,5.

Structure du vagin. — Comme dans les stades antérieurs, la cavité vaginale est entièrement remplie de cellules épithéliales dont les plus centrales desquamées se détachent sur la coupe, laissant adhérent à la muqueuse un épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur variable de 150 à 200 μ.

La face interne de la muqueuse vaginale est surmontée de nombreuses saillies irrégulières soulevant l'épithélium dont la hauteur peut s'élever jusqu'à 800 μ. Par sa face profonde la muqueuse adhère intimement à la tunique musculeuse; l'ensemble des deux tuniques (muqueuse et musculeuse) possède, suivant les points envisagés, une épaisseur de 400 à 600 μ. Les faisceaux de la tunique musculeuse sont entre-croisés dans toutes les directions.

Structure de l'utérus. — L'utérus d'une longeur totale de 14 millimètres dont 3,5 pour le corps et 10,5 pour le col, a été décomposé en coupes transversales sériées, sur lesquelles on peut constater les modifications suivantes de bas en haut.

Le museau de tanche proémine à peine dans la cavité vaginale (hauteur de 4 coupes environ). Son ouverture externe étirée transversalement, mesure une longueur de 4 millimètres; elle est circonscrite par une couche d'épithélium pavimenteux stratifié d'une épaisseur de 200 à 250 μ (fig. 27 *a*). A ce niveau le

diamètre transversal de l'utérus est de 6 millimètres, son épaisseur de 4 millimètres.

A la 30e coupe, la cavité du canal cervical s'est notablement rétrécie, et a pris sur la coupe une forme étoilée (fig. 24 et 27 *b*). Le diamètre transversal de l'utérus a également subi une légère diminution (5,5mm); son épaisseur n'a pas varié (4mm).

La disposition précédente du canal cervical se poursuit sur une vingtaine de coupes, puis, en même temps que s'opère la transition épithéliale, on voit la lumière du canal s'allonger transversalement (fig. 27 *c*), et décrire ensuite une légère courbe à concavité antérieure (fig. 27 *d*).

Les premiers sillons des arbres de vie apparaissent vers la 80e coupe, c'est-à-dire à 3 millimètres environ de l'extrémité vaginale du museau de tanche. Quant aux rachis déterminant sur la coupe l'incuvation en ∽ de la cavité cervicale, ils ne se montrent qu'à une distance de 4mm,5 de cette même extrémité (9mm,5 du fond de l'utérus).

La forme en ∽ du canal cervical est la plus prononcée dans une étendue de 8 millimètres à 6mm,5 du fond de l'utérus (fig. 25). C'est également dans cette étendue qu'on rencontre les sillons des arbres de vie les plus nombreux (une vingtaine sur la coupe), et les plus profonds (500 μ); quelques-uns sont simples, mais le plus grand nombre présentent sur leurs parois des dépressions latérales secondaires, creusés pour la plupart en doigt de gant. Il est à remarquer que chacun des plis limités par les sillons des arbres de vie possède à peu près la même épaisseur dans toute sa hauteur.

A ce niveau, le col est régulièrement cylindrique, d'un diamètre de 4 millimètres. La longueur de la fente cervicale contournée en ∽ mesure 3 millimètres; il en résulte que l'épaisseur des parois antérieure et postérieure du col, est plus considérable que celle des parois latérales. Ce rétrécissement des parois latérales porte presque exclusivement sur la tunique musculeuse dont l'épaisseur de 1mm,5 en avant et en arrière, descend sur les côtés à 6 ou 700 μ. Quant à la muqueuse, elle mesure partout la même épaisseur de 600 μ; la hauteur de l'épithélium cylindrique est de 30 μ.

A une distance de 6 millimètres du fond, l'utérus commence à s'aplatir d'avant en arrière. Les sillons des arbres de vie de-

viennent de plus en plus rares, et la forme contournée en ∽ du canal cervical tend à s'effacer. A 4 millimètres du fond, les sillons ont complètement disparu, mais la forme en ∽ persiste encore pendant un demi-millimètre. La largeur de l'utérus est à ce niveau de 5 millimètres, son épaisseur de 3 millimètres.

Dans le corps de l'utérus mesurant une hauteur de $3^{mm},5$, la cavité augmente progressivement de largeur de bas en haut, jusqu'aux insertions des trompes. La face interne de la muqueuse utérine se soulève en plis irréguliers reçus dans des dépressions correspondantes de la paroi opposée, et dont la section transversale en forme de dents de scie, ne saurait être confondue avec celle des plis des arbres de vie (fig. 27). L'épithélium, plus épais que dans le col, mesure 30 à 40 μ de hauteur.

Fœtus au 8e mois lunaire (1).

Forme, dimensions, rapports. — L'utérus d'une longueur de 19 millimètres est infléchi en avant dans son tiers supérieur; son extrémité libre remonte à 16 millimètres au-dessus du pubis. Le corps de l'organe, aplati d'avant en arrière, mesure une hauteur de 5 millimètres; son diamètre transversal entre les insertions des trompes est de 8 millimètres. Au-dessous, l'utérus diminue de largeur jusqu'à l'origine de la portion cervicale, puis il devient cylindrique dans la région du col, et augmente progressivement d'épaisseur jusqu'à l'insertion du vagin. C'est ainsi que l'épaisseur de la paroi antérieure qui dans le corps de l'utérus mesurait 2 millimètres, s'élève à $4^{mm},5$ à la base du museau de tanche.

Si l'on sépare les deux parois antérieure et postérieure, en incisant les bords latéraux de l'utérus, on constate à la face interne de chacune d'elles, l'existence d'un rachis longitudinal d'où partent des plis dirigés obliquement en haut et en dehors. Ces rachis, qui commencent un peu au-dessus de l'orifice vaginal du canal cervical, s'étendent jusqu'à une distance de 4 millimètres du fond de l'utérus. Ils correspondent chacun à une gouttière de la paroi opposée, qu'occupent les plis transversaux

(1) Les longueurs de ce fœtus n'ont pas été recueillies; mais les indications fournies par la mère nous apprennent qu'à l'époque de l'accouchement elle était au 7e mois ordinaire de sa grossesse. D'autre part, la comparaison des longueurs utérines montre que ce fœtus est intermédiaire à ceux de 20/31 cent. (6e mois lunaire) et à celui de 29/44 cent. (9e mois lunaire).

de l'arbre de vie. Le rachis antérieur est situé à droite, le postérieur à gauche; c'est naturellement la disposition inverse qui existe pour les gouttières (1).

Structure de l'utérus. — Les muqueuses du col et du corps mesurent une épaisseur sensiblement égale d'un demi-millimètre ; leur chorion, toujours dense et serré, se continue avec la tunique musculeuse, sans ligne de démarcation appréciable. La hauteur de l'épithélium prismatique, plus considérable au niveau du corps, varie de 25 à 30 μ ; dans le col, elle descend à 15 μ. Les sillons qui limitent les plis de l'arbre de vie n'ont pas augmenté de profondeur (500 μ) ; ils présentent, comme précédemment, de nombreuses dépressions secondaires dont quelques-unes sont manifestement en forme de tube, ainsi que le montre leur section circulaire. Dans le fond de ces dépressions, l'épithélium augmente légèrement d'épaisseur (30 μ).

A 2 millimètres environ de l'orifice externe du canal cervical, l'épithélium change de caractère; de prismatique simple, il devient pavimenteux stratifié. Ce passage se fait pour ainsi dire brusquement, et l'épithélium pavimenteux stratifié de la surface vaginale du col possède, dès son origine, une épaisseur de 650 μ qu'il conserve dans toute l'étendue du vagin.

Le chorion de la muqueuse vaginale du museau de tanche se différencie nettement de celui de la muqueuse intra-cervicale par sa richesse en fibres lamineuses, par la rareté des éléments cellulaires, et surtout par la présence de longues saillies effilées (1/2 à 1 millim.), dont la surface commence à se couvrir de petites papilles secondaires.

Quant à la tunique musculeuse qui mesure, au niveau du corps, une épaisseur de $0^{mm},78$, nous la voyons s'épaissir graduellement de haut en bas, et atteindre, au niveau de l'insertion vaginale, une épaisseur de $2^{mm},6$. Dans le corps, les faisceaux de la tunique musculeuse affectent, pour la plupart, une direction annulaire ; dans le col, à cette couche circulaire, viennent s'ajouter progressivement en dehors des faisceaux longitudinaux anastomosés dans le sens de leur longueur, et dont les mailles sont occupées par des faisceaux à direction circulaire. L'éperon musculaire de la portion vaginale du col, est formé aux dépens de la couche circulaire interne.

(1) Voy. Guyon, Thèse. Paris, 1858.

En dehors de la tunique musculeuse, on trouve un riche lacis veineux qui empiète un peu sur cette tunique.

FŒTUS DE 29/44^{ctm} (POIDS = 1850 GR.).

Forme, dimensions, rapports. — L'utérus est en antéflexion exagérée ; le fond qui dans les fœtus de cet âge, regarde généralement la paroi abdominale, est ramené en bas par un véritable mouvement d'enroulement. Sa distance à la symphyse pubienne est de 18^{mm},5 ; lorsqu'on vient à dérouler l'utérus, le fond arrive à 28 millimètres : cette différence de un centimètre environ peut donner une idée du degré prononcé de l'antéflexion.

L'utérus mesure une longueur totale de 23 millimètres; extérieurement, le corps se distingue assez nettement du col par un léger rétrécissement siégeant à 5^{mm},5 du fond. Au niveau des insertions tubaires, la largeur du corps atteint 9 millimètres, puis elle diminue jusqu'au rétrécissement où elle tombe à 6 millimètres. L'épaisseur des parois, de 2 millimètres au niveau du corps, augmente progressivement jusqu'à l'insertion du vagin, où elle s'élève à 5 millimètres.

Le museau de tanche a la forme d'une saillie conique en grande partie musculaire, séparée des parois vaginales par un cul-de-sac de 6 millimètres environ de profondeur. Les culs-de-sac péritonéaux recto-vaginal et vésico-utérin, mesurent le premier 29 millimètres, et le second 18 millimètres.

Les rachis des arbres de vie apparaissent à une distance de 3^{mm},5 de l'extrémité du museau de tanche, et se terminent à 5 millimètres du fond de l'utérus. Leur disposition générale, ainsi que celle des sillons qui leur correspondent, rappellent entièrement la description que nous en avons donnée chez le fœtus du huitième mois. La muqueuse du col est blanchâtre, recouverte dans sa partie inférieure par un peu de mucus; elle tranche sur la teinte rosée de la muqueuse du fond de l'utérus. Cette dernière apparaît comme chiffonnée, mais sans plis réguliers.

Structure de l'utérus. — La muqueuse du corps de l'utérus mesure une épaisseur de 0^{mm},65. Elle se distingue assez nettement de la tunique musculeuse qui la limite extérieurement. L'épithélium prismatique simple varie de 15 à 25 μ de hauteur.

Quant au chorion, il a conservé les mêmes caractères que chez les fœtus précédents, avec une prédominence marquée des éléments cellulaires.

Au niveau du col, la limite entre la muqueuse et la tunique musculeuse est moins accusée en raison de l'empiètement réciproque des éléments de ces deux couches. Nous retrouvons la muqueuse du col avec les plis des arbres de vie que séparent des sillons étroits, d'une profondeur de $0^{mm},5$ à $0^{mm},9$.

La muqueuse de la surface vaginale du col possède de plus en plus les caractères d'une muqueuse dermo-papillaire (vaginale). L'épithélium pavimenteux stratifié mesure une épaisseur de $0^{mm},5$. Le passage de cet épithélium à l'épithélium prismatique de l'utérus s'opère brusquement dans le canal cervical, à une distance de $1^{mm},5$ de l'orifice externe.

Sur une étendue de 2 millimètres environ au-dessus de cette transition, l'épithélium prismatique du col (15 à 25 μ de hauteur) présente une modification des plus intéressantes. Les cellules qui le composent se sont allongées (35 à 40 μ), en même temps que leur corps cellulaire est devenu transparent, et se montre entièrement réfractaire aux réactifs tinctoriaux (picro-carmin, hématoxyline). Les noyaux, relégués dans la partie profonde et disposés à peu près à la même hauteur, forment, sur la coupe colorée par le picro-carmin, une zone rougeâtre (zone des noyaux) tranchant vivement sur le fond transparent des corps cellulaires. Les cellules ont subi la transformation dite *muqueuse*. Ajoutons qu'un bouchon muqueux occupe toute la portion du col répondant à l'épithélium modifié.

D'autre part, on constate dans toute la région occupée par cet épithélium muqueux, aussi bien à la surface des plis de l'arbre de vie que dans les sillons qui les limitent, des involutions épithéliales en forme de tube généralement simple, dont la profondeur varie de 50 à 200 μ. Ces formations anatomiques représentent les glandes du col de l'utérus. Les variétés de forme signalées par les auteurs nous paraissent tenir à ceci : que les unes s'ouvrent librement à la surface des plis de l'arbre de vie, tandis que les autres viennent déboucher au fond des sillons ou sur leurs parois (comp. Cornil, *Journal de l'anatomie*, 1864). Les dépressions alvéolaires que nous avons signalées précédemment sur les parois des sillons, et dans lesquelles débouchent également

des follicules glandulaires, viennent encore compliquer la disposition générale.

La tunique musculeuse, qui mesure 0mm,78 au niveau du corps, s'épaissit progressivement pour atteindre 3 millimètres au niveau du col. Les faisceaux qui la composent forment un lacis tellement inextricable sur la coupe, qu'ils échappent pour ainsi dire à toute description.

FŒTUS A TERME.

Chez le fœtus à terme, la transformation muqueuse de l'épithélium prismatique, dont il est facile de se rendre compte aussi bien sur les pièces traitées par le liquide de Müller que sur celles fixées par l'alcool, s'est étendue à toute la cavité du col, ainsi que le développement des follicules glandulaires : le bouchon muqueux remplit le canal cervical dans toute sa longueur. Les sillons des arbres de vie (1mm,5 à 2 millimètres de profondeur) avec leurs nombreux follicules, se rapprochent beaucoup sur la coupe de l'aspect qu'ils présentent chez l'adulte.

Sur un nouveau-né dont l'utérus mesurait une longueur totale de 33 millimètres (dont 9 pour le corps et 24 pour le col), la muqueuse du corps, séparée par une limite nette de la tunique musculeuse, était épaisse de 750 μ. Sa face interne était sillonnée de dépressions irrégulières répondant à des saillies de la paroi opposée, mais on n'y remarquait aucune involution épithéliale méritant, à proprement parler, le nom de glande de l'utérus (1).

L'épithélium de l'utérus, d'une hauteur de 20 à 25 μ dans le corps, s'épaissit notablement dans la région cervicale (45 à 50 μ), en même temps qu'il y subit la transformation muqueuse que nous avons signalée chez le fœtus précédent.

Il est à remarquer, d'autre part, que l'épithélium prismatique de l'utérus, aussi bien du corps que du col, est entièrement dépourvu de cils vibratiles à l'époque de la naissance, alors que dans le tube laryngo-trachéal, et même dans l'œsophage, on constate des éléments ciliés dès le quatrième mois de la vie intra-utérine. C'est là certainement un des points les plus inté-

(1) Comp. Guyon (*loc. cit.*) et De Sinéty (*Traité de gynécologie*, Paris, 1879).

ressants dans l'histoire du développement de l'épithélium utérin (1).

La transformation muqueuse de l'épithélium du col a été très exactement décrite par Möricke (*Zeitschrift f. Geburtsk.* Bd. VII). D'après cet auteur, l'épithélium du col différerait de celui du corps par sa longueur plus considérable (24 à 65 μ au lieu de 16 à 20 μ), par le siège du noyau qui occupe le tiers inférieur de la cellule au lieu de la partie moyenne, et enfin parce que, dans les cellules du col, le noyau seul se colore par le picrocarmin, tandis que le protoplasma des cellules du corps est luimême coloré (2).

Le passage de cet épithélium muqueux à l'épithélium pavimenteux stratifié de la portion vaginale, absolument net et tranché sur les nouveaux-nés que nous avons examinés, occupait le bord même de l'orifice vaginal. Mais il doit exister, à ce point de vue, de légères différences suivant les sujets, comme le témoignent les descriptions des auteurs.

Selon W. Fischel (*Arch. f. Gynæk.* Bd. XVI, 2 Heft), à la naissance, la limite entre les deux épithéliums, dans un grand nombre de cas, remonte dans le canal cervical à 2 ou 3mm au-dessus de l'orifice externe. Cette limite est nette, sans transition.

Pour R. Möricke (*Zeitschrift f. Geburts.* Bd. VII, 1 Heft) l'épithélium de la cavité du col, constamment dépourvu de cils chez le nouveau-né, s'étend le plus souvent jusqu'à l'orifice externe. Cependant, dans quelques cas, l'épithélium pavimenteux de la portion vaginale remonte, plus ou moins haut, dans la cavité du col. Nous pouvons donc dire, en résumé, que la limite épithéliale se trouve au niveau même de l'orifice externe, ou à une faible distance au-dessus, à l'intérieur du canal cervical.

Le chorion de la muqueuse vaginale est maintenant hérissé sur toute sa surface de petites papilles cylindriques ou coniques, complètement enfouies dans l'épithélium. Ces papilles, d'une

(1) Nous rappellerons que Guyon (Thèse, Paris, 1858) dans une note communiquée par M. Robin, de Sinéty (*Société de Biologie*, 1875), et Möricke (*Zeitschrift für Geburtsk.*, Bd VII), avaient déjà signalé l'absence de cellules ciliées dans la muqueuse de l'utérus à la naissance.

(2) Cette modification de l'épithélium du canal cervical ne persiste pas longtemps après la naissance, ainsi que nous avons pu le constater sur plusieurs enfants des premiers mois. Les cellules épithéliales reviennent à leurs dimensions et à leur structure primitive. Ce fait coïncide avec la disparition du bouchon muqueux.

hauteur de 200 μ, se montrent aussi bien sur les saillies transversales du chorion (plis ou rides du vagin), que dans la profondeur des sillons qui les séparent; on les retrouve également au niveau de la portion vaginale du col de l'utérus. L'épithélium pavimenteux stratifié qui tapisse la surface du museau de tanche, possède une épaisseur variable de 600 à 700 μ; il s'épaissit encore dans le vagin où il atteint 800 μ. Aucune glande ne vient s'ouvrir dans les points occupés par cet épithélium pavimenteux.

Nos recherches s'arrêtent à la naissance. Il eût sans doute été intéressant de poursuivre l'étude que nous avons entreprise jusqu'à la puberté, et de déterminer en particulier l'époque précise à laquelle apparaissent les glandes du corps de l'utérus, ainsi que le mode de développement de ces organes. Les matériaux nous ont fait défaut en grande partie : les quelques pièces que nous avons pu recueillir ne dépassent pas la cinquième année, et pour la plupart, leur état de macération s'oppose à l'examen microscopique. — Nous reproduirons à la fin du tableau résumant les longueurs de l'utérus et du vagin aux différents mois de la vie fœtale, les mensurations prises sur neuf filles de la naissance à la cinquième année.

TROISIÈME PARTIE.

Conclusions.

Les notions générales qui nous paraissent ressortir des recherches précédentes peuvent être formulées ainsi :

1° Le vagin et l'utérus (corps et cornes) se développent aux dépens des segments inférieurs des conduits de Müller, compris entre le sinus uro-génital et les insertions wolffiennes des ligaments de Hunter (ronds). Ces segments inférieurs se fusionnent sur la ligne médiane (dans le cordon génital) en un canal unique désigné sous le nom de *canal génital* (Leuckart) ou *utéro-vaginal*; leurs parties supérieures divergentes, situées entre le sommet du cordon génital et les ligaments ronds, fournissent les cornes utérines.

2° La fusion des conduits de Müller débute soit à la partie moyenne du cordon génital (porc, souris), soit à l'union du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs (mouton), puis elle progresse à la fois en haut et en bas.

3° Chez la plupart des mammifères, et aussi chez l'homme, les extrémités inférieures divergentes des conduits de Müller se fusionnent en dernier lieu. La persistance chez la femme adulte de ce stade de divergence, se traduit par l'existence d'un hymen double, ou mieux d'un hymen percé de deux orifices qui donnent accès dans une cavité vaginale unique.

4° Les extrémités inférieures des canaux de Wolff participent à la formation du canal génital, en se fusionnant avec les conduits de Müller. Ce fait nous paraît démontré par l'examen des fœtus humains de 7,5/10,5 et de 9/12,5 (voy. fig. 8 et 9), et aussi par l'abouchement dans la cavité vaginale (et non dans le vestibule) des deux canaux de Wolff persistants chez la vache adulte (conduits de Gartner). L'extrémité inférieure du canal génital résultant ainsi de la fusion des canaux de Wolff et de Müller, est primitivement pleine, sans lumière centrale.

5° Supérieurement, la fusion des conduits de Müller s'étend jusqu'au sommet du cordon génital. La bifidité plus ou moins grande de l'utérus, suivant les espèces, résulte uniquement de ce fait que la limite entre le vagin et l'utérus a remonté plus ou moins haut dans le cordon génital.

Chez le fœtus humain, le fond de l'utérus empiète progressivement sur les cornes horizontales qui disparaissent ainsi de dedans en dehors pour fournir à son élargissement; l'utérus est bicorne jusqu'au milieu du 4e mois lunaire.

6° Chez les marsupiaux, la non fusion des conduits de Müller (didelphys dorsigera) est la conséquence d'une disposition spéciale des uretères qui, au lieu d'embrasser dans leur courbure le cordon génital, s'engagent dans l'épaisseur même de ce cordon, entre les conduits de Müller qu'ils séparent.

7° Au commencement du 4e mois lunaire, chez le fœtus humain (7,5/10,5), la portion inférieure ou vaginale du canal génital (moitié environ) est tapissée par un épithélium pavimenteux stratifié qui se continue par une transition graduelle avec l'épithélium de la portion supérieure ou utérine. Ces variétés épithéliales résultent de modifications locales de l'épithélium primitif des conduits de Müller.

8° A mesure que le canal génital s'allonge, et s'aplatit d'avant en arrière dans sa portion vaginale, les parois épithéliales opposées du vagin s'accolent et se soudent de bas en haut. Au

commencement du 5e mois lunaire (fœtus de 16/23,5), la lame épithéliale résultant de cette soudure et comblant la cavité vaginale dans toute sa hauteur, donne naissance par son extrémité supérieure, un peu au-dessous de la transition épithéliale, à un bourgeon lamelleux, figurant une cupule aplatie d'avant en arrière, qui s'enfonce dans l'épaisseur des parois du canal génital, et y dessine un mamelon de même forme représentant la portion vaginale du col de l'utérus.

La surface vaginale du museau de tanche est inégale et ridée pendant toute la période fœtale (Meckel, Guyon, etc.); la lèvre antérieure déborde inférieurement la lèvre postérieure.

9° Peu après la délimitation du museau de tanche (fœtus de 16/24), les cellules pavimenteuses qui composent la lame épithéliale du vagin, augmentent de volume, et subissent une prolifération des plus actives, dont le résultat est la distension considérable et rapide des parois de ce conduit; sur la coupe, les cellules les plus centrales se désagrègent et se détachent.

10° Cette multiplication exagérée des éléments de la lame épithéliale, ne détermine pas seulement la dilatation transversale du vagin, mais, s'exerçant également dans le sens de la longueur, elle modifie supérieurement la forme du museau de tanche et des culs-de-sac qui le limitent, et d'autre part refoule l'extrémité inférieure rétrécie du vagin dans le vestibule. Cette saillie vaginale ou *hyméniale* s'accuse très rapidement, vers la fin du cinquième mois lunaire, entre les longueurs de 16/23,5 et 19/28.

11° Les bourrelets transversaux du vagin (plis ou rides) sont déjà dessinés au commencement du cinquième mois lunaire par des bourgeons de la lame épithéliale, qui s'enfoncent dans l'épaisseur de la muqueuse ; quant aux papilles choriales proprement dites, elles ne se montrent à la surface des bourrelets qu'au voisinage de la naissance.

12° Les rachis ou colonnes des arbres de vie se développent de très bonne heure (au début du 4e mois lunaire, fœtus de 7,5/10,5), dans la portion utérine du canal génital. Ils déterminent sur la coupe transversale une incurvation en forme d'∽ de la lumière du canal.

13° Les sillons délimitant les plis des arbres de vie, apparaissent vers la fin du quatrième mois lunaire (fœtus de 12,5/17).

D'abord peu accusés, ils augmentent progressivement de nombre et de profondeur pendant les derniers mois de la grossesse ; à la naissance, leur profondeur varie de $1^{mm},5$ à 2 millimètres.

14° L'épithélium de l'utérus est formé d'une couche unique de cellules épithéliales cylindriques dont la hauteur diminue progressivement du troisième mois (50 μ) au huitième mois de la vie fœtale (25 μ). En général, cette hauteur est plus considérable dans le corps que dans le col.

15° Le passage de cet épithélium prismatique à l'épithélium pavimenteux stratifié du vagin s'opère graduellement jusqu'au huitième mois lunaire ; à partir de cette époque, la transition est brusque, comme chez l'adulte.

16° Au commencement du dixième mois lunaire (fœtus de 29/44), l'épithélium cylindrique du canal cervical subit, au voisinage de l'orifice externe, la transformation dite muqueuse. Ses éléments s'allongent (35 à 40 μ), deviennent transparents et ne se colorent pas par les réactifs.

17° Cette transformation muqueuse, pendant le dernier mois de la grossesse, s'étend progressivement à toute la longueur du col. En même temps, on voit se former, dans les points occupés par cet épithélium muqueux, des follicules glandulaires qui viennent s'ouvrir à la surface même des plis de l'arbre de vie ou dans les sillons limitants (glandes du col de l'utérus).

18° Il existe une relation étroite entre la production d'un bouchon muqueux et la transformation muqueuse des cellules épithéliales de la cavité du col ; cette transformation règle l'étendue du bouchon muqueux.

19° Pendant toute la vie fœtale et même à l'époque de la naissance, les cellules de l'utérus, aussi bien dans le corps que dans le col, sont entièrement dépourvues de cils vibratiles.

20° Les glandes de l'utérus n'existent pas à la naissance.

21° La différenciation de la paroi du canal génital (tissu du cordon génital) en muqueuse et en musculeuse, n'apparaît nettement qu'au début du sixième mois lunaire (fœtus de 20/31).

22° Le canal génital décrit une courbe à concavité antérieure ; de plus, pendant les derniers mois de la gestation, le corps de l'utérus, situé en dehors du petit bassin, est en antéflexion nettement prononcée sur le col.

23° Nous résumerons dans le tableau suivant les longueurs

du vagin et de l'utérus, ainsi que les dimensions respectives du corps et du col aux différents mois de la vie fœtale. Ce tableau concorde avec celui de Dohrn (*Ueber die Entwickelung des Hymens*, Cassel, 1875) pour les longueurs de l'utérus.

LONGUEURS EN MILLIMÈTRES DU VAGIN ET DE L'UTÉRUS AUX DIFFÉRENTS MOIS DE LA GESTATION.

Longueurs des Fœtus en centim.	Longueur du conduit utéro-vaginal.	Longueur du vagin.	Longueur de l'utérus.	Longueur du corps.	Longueur du col.
7,5/10,5 (a) . .	5	2,2	2,8	....	....
9/12,5 (a)	6,5	3,5	3	1	2
9/12,5 (c)	7,5	....	....	....	....
10,5/14,5 . . .	10	5,5	4,5	....	....
12,5/17 (a) . . .	13	6,5	6,5	....	....
12,5/17 (b) . . .	9,5	6,5	3	1	2
13,5/20	19,5	11,5	8	2	4
16/23,5	21	10	11	3	8
14/24	20	8,5	11,5	3	8,5
16,5/24	21	9,5	11,5	3,5	8
19/28	25	11	14	3	11
20/31 (a)	29	16	13	4	9
20/31 (b)	....	....	13	4	9
21/32	29	15	14	3,5	10,5
8e mois lunaire.	....	....	19	5	14
39/44	....	....	23	5,5	17,5
Nouveau-né . .	....	....	33	9	24
1 jour	....	....	32	12	20
8 jours 28/40 . .	35	10	25	8	17
20 jours 33/47.	32	11	21	5,5	15,5
4 mois 30/48 . .	50	30	20	6,5	13,5
4 mois 37/53 . .	....	....	23,5	8	15,5
5 mois 36/52 . .	53	28	25	9	16
18 mois	....	....	24	10	14
18 mois	....	....	21,5	8,5	13
3 ans	65	40	25	10	15
5 ans	....	....	25	10	15

Appendice.

Notre travail était complètement terminé, lorsque nous eûmes l'occasion d'examiner le canal génital d'un fœtus au commencement du cinquième mois lunaire, dont la structure s'écarte légèrement des descriptions précédentes, notamment en ce qui concerne la formation du museau de tanche. Nous

nous bornerons, dans cette note additionnelle, à signaler les points de divergence.

Fœtus de 13,5/20 (début du 5e mois lunaire).

Le conduit utéro-vaginal mesure une longueur totale de 19mm,5 dont 8 millimètres pour l'utérus et 11mm,5 pour le vagin. Le fond de l'utérus, encore échancré sur la ligne médiane, s'élève à 6 millimètres au-dessus de la symphyse pubienne, sa largeur est de 3 millimètres.

Sur les coupes sagittales qui intéressent le canal génital dans toute sa longueur, on remarque tout d'abord que la soudure épithéliale du vagin n'a remonté qu'à une faible distance au-dessus de l'extrémité vestibulaire. Supérieurement, les parois vaginales s'écartent l'une de l'autre, et sont alors tapissées par un épithélium pavimenteux stratifié d'une hauteur de 40 μ. Au niveau de la transition épithéliale, chaque paroi montre une légère encoche qui marque la limite inférieure du col de l'utérus. L'encoche antérieure est située à un demi-millimètre au-dessous de la postérieure.

Immédiatement au-dessus de l'échancrure antérieure, la paroi du canal génital forme une saillie conique sur la coupe longitudinale, dont le sommet dirigé en arrière répond exactement à l'encoche postérieure. L'épithélium pavimenteux stratifié du vagin s'enfonce dans l'échancrure antérieure, puis tapisse la face inférieure de la lèvre antérieure, et se continue graduellement, sur le versant supérieur de cette saillie, avec l'épithélium prismatique de l'utérus. En arrière, la transition épithéliale s'opère un peu au-dessus de l'échancrure postérieure.

En résumé, nous voyons que chez le fœtus précédent la démarcation entre le vagin et le col de l'utérus s'est opérée, alors que les parois épithéliales du vagin ne sont point encore soudées dans toute leur hauteur. Sommes-nous en présence d'un stade normal précédant le stade 16/23,5, c'est-à-dire, la soudure des parois vaginales se produit-elle postérieurement à la délimitation du museau de tanche, et peut-elle dans ce cas déterminer la formation de la cupule épithéliale que nous avons envisagée, chez le fœtus de 16/23.5, comme un stade primitif? La comparaison des stades intermédiaires aux longueurs 13,5/20 et 16/23,5, pourrait seule nous renseigner sur ce point.

Il ne serait pas d'ailleurs impossible que le développement du museau de tanche présentât quelques variations suivant les les sujets, en raison de la soudure plus ou moins précoce et plus ou moins complète des parois vaginales. Nous ajouterons que le stade 13,5/20, qui rappelle la description de Dohrn (*loc. cit.*), concorde entièrement avec le fœtus 20/31 (*a*).

EXPLICATION DES PLANCHES XX A XXV.

PLANCHE XX.

Fusion des conduits de Müller chez l'embryon humain ♂ de 3,2/4[ctm].

Fig. 1. — Section transversale du cordon génital au niveau de l'abouchement des canaux de Wolff dans le sinus uro-génital (grossissement 80/1).

si. Sinus uro-génital.
w. Canaux de Wolff.
m. Conduits de Müller.

Fig. 2. — Section transversale du cordon génital au niveau de la 10e coupe (de bas en haut), montrant la soudure des deux conduits de Müller (gr. 80/1).

Même signification des lettres que dans la figure I.

Fig. 3. — Section transversale du cordon génital au niveau de la 28e coupe. Fusion des conduits de Müller en canal génital (gr. 80/1).

Même signification des lettres.

Fig. 4. — Section transversale du cordon génital au niveau de la 46e coupe. Soudure supérieure des conduits de Müller (gr. 80/1).

Même signification des lettres.

Fig. 5. — Section transversale de l'extrémité supérieure du cordon génital, montrant la séparation des conduits de Müller (48e coupe) (gr. 80/1).

w. Canaux de Wolff.
m. Conduits de Müller.
u. Uretères.
p. Cavité péritonéale.

Fig. 6. — Section transversale de l'embryon précédent au niveau de l'abouchement des uretères dans la vessie (gr. 36/1).

r. Rectum.
c. Cordon génital contenant le canal génital (*m*) entre les deux canaux de Wolff.
u. Uretères contournant le cordon génital et s'abouchant dans la vessie.

Fig. 7. — Section transversale d'un embryon de sarigue ♀ long de 32 millimètres, au niveau de l'abouchement des uretères dans la vessie (gr. 36/1).

r. Rectum.

m. Conduits de Müller.
w. Canaux de Wolff.
u. Uretères passant en dedans des canaux de Müller et de Wolff, et s'abouchant dans la vessie *ve*.
p. Cavité péritonéale.

PLANCHE XXI.

Formation de l'hymen.

FIG. 8. — Section transversale de l'extrémité inférieure du canal génital sur le fœtus humain de 7,5/10,5 *a* (gr. 70/1).
cv. Canal vestibulaire.
cg. Canal génital plein et bifide à sa terminaison.
w. Canaux de Wolff en voie de fusion avec le canal génital.

FIG. 9. — Section transversale de l'extrémité inférieure du canal génital sur un fœtus plus âgé (9,5/12,5 *a*), montrant la fusion accomplie des canaux de Wolff et du canal génital (gr. 70/1).
Même signification des lettres que dans la figure 8.

FIG. 10. — Section sagittale de l'extrémité inférieure du canal génital sur le fœtus de 12,5/17 *a* (gr. 20/1).
cv. Canal vestibulaire.
cg. Canal génital dont les parois épithéliales sont soudées jusqu'en *a*.
t. Épaississement dorsal de la lame épithéliale du vagin.
u. Canal de l'urèthre avec quelques cryptes glandulaires en *g*.

FIG. 11. — Section longitudinale (frontale) de l'extrémité vestibulaire du canal génital sur un fœtus humain de 19/28 cm (gr. 20/1).
cv. Canal vestibulaire.
pl. Petites lèvres.
va. Cavité du vagin.
h. Saillie de l'hymen dans le vestibule.

PLANCHE XXII.

FIG. 12. — Section transversale de l'extrémité inférieure du cordon génital (2e coupe) sur le fœtus humain de 9/12,5 *a* (gr. 36/1).
cg. Canal génital dont la lumière est entièrement comblée par des cellules épithéliales.
w. Traînées de granules jaunâtres, derniers vestiges de la fusion des canaux de Wolff avec les conduits de Müller.
u. Canal de l'urèthre.

FIG. 13. — Section transversale du même cordon à sa partie moyenne (75e coupe, gr. 36/1).
cg. Canal génital dont les bords latéraux se sont incurvés en avant; forme de croissant sur la coupe; épithélium pavimenteux stratifié.

FIG. 14. — Section transversale du même cordon dans son tiers supérieur (142e coupe, gr. 36/1).

cg. Canal génital contourné en forme d'∞ ; épithélium prismatique.

w. Reste du canal de Wolff.

FIG. 15. — Section sagittale du canal génital sur le fœtus humain de 10/14,5 (gr. 16/1).

cg. Canal génital dont la cavité est tapissée dans sa moitié supérieure par un épithélium prismatique (portion utérine), et dans sa moitié inférieure par un épithélium pavimenteux stratifié (portion vaginale). Au voisinage de l'extrémité vestibulaire, les épithéliums des parois antérieure et postérieure sont intimement soudés (lame épithéliale).

tr. Transition épithéliale entre les portions utérine et vaginale.

r. Renflement postérieur de la lame épithéliale du vagin.

cv. Canal vestibulaire.

u. Canal de l'urèthre.

FIG. 16. — Transition épithéliale précédente, vue à un grossissement de 300 diamètres.

PLANCHE XXIII.

Fœtus humain de 12,5/17 (*b*) (gr. 20/1).

FIG. 17. — Forme et rapports du canal génital à la hauteur de la 15e coupe à partir du vestibule.

i. Intestin.

va. Portion vaginale du canal génital; forme en T de la lame épithéliale.

u. Canal de l'urèthre.

FIG. 18. — Forme et rapports du canal génital à la hauteur de la 35e coupe.

i. Intestin.

va. Vagin dont la lame épithéliale est recourbée en croissant.

u. Canal de l'urèthre.

FIG. 19. — Forme et rapports du canal génital à la hauteur de la 130e coupe.

i. Intestin.

ut. Portion utérine du canal génital ; épithélium prismatique.

FIG. 20. — Forme et rapports du canal génital à la hauteur de la 150e coupe.

i. Intestin.

ut. Portion utérine du canal génital, dont la lumière est contournée en ∞ ; apparition des premiers sillons des arbres de vie.

u. Uretères.

PLANCHE XXIV.

Formation du museau de tanche.

FIG. 21. — Section sagittale du museau de tanche chez le fœtus de 16/23,5 (gr. 16/1).

lv. Lame épithéliale du vagin terminée supérieurement par deux prolongements qui dessinent le museau de tanche.
la. Lèvre antérieure du museau.
lp. Lèvre postérieure.
cu. Cavité du col de l'utérus montrant les sillons des arbres de vie.

Fig. 22. — Section sagittale du museau de tanche chez le fœtus de 16/24 (gr. 16/1).
lv. Lame épithéliale du vagin commençant à se renfler.
cu. Canal cervical de l'utérus.
la. Lèvre antérieure du museau de tanche.
lp. Lèvre postérieure.

Fig. 23. — Section sagittale du museau de tanche chez le fœtus de 20/31 *a* (gr. 16/1).
cv. Cavité du vagin dilatée.
cu. Canal cervical de l'utérus avec les sillons des arbres de vie.
la. Lèvre antérieure du museau de tanche.
lp. Lèvre postérieure.
muq. Muqueuse de l'utérus.
musc. Tunique musculaire de l'utérus.

Planche XXV.

Fœtus de 26/32^{ctm}.

Les coupes représentées dans cette planche sont vues par leur face inférieure, le bord antérieur dirigé en haut.

Fig. 24. — Section transversale du col de l'utérus à 1 millimètre au-dessus de l'extrémité du museau de tanche (gr. 15/1).
a. Canal cervical tapissé par un épithélium pavimenteux stratifié.
b. Muqueuse.
c. Tunique musculeuse.

Fig. 25. — Section transversale du col de l'utérus à 7 millimètres du fond, montrant les rachis des deux arbres de vie (*r*, *r'*) et les sillons des gouttières opposées (gr. 15/1).
a. Canal cervical tapissé par un épithélium prismatique.
b. Muqueuse.
c. Tunique musculaire.

Fig. 26. — Section transversale du corps de l'utérus à 2 millimètres du fond (gr. 15/1).
a. Cavité du corps de l'utérus.
b. Muqueuse.
c. Tunique musculaire.
l. Ligament large.

Fig. 27. — Cinq figures montrant les variations de forme que subit le canal cervical (sur la coupe transversale) depuis l'extrémité vaginale du museau de tanche jusqu'au fond de l'utérus (gr. 10/1).

a. Forme du canal cervical de la 1re à la 25e coupe; épithélium pavimenteux stratifié.

b. » » de la 25e à la 48e coupe; épithélium pavimenteux stratifié.

c. » » de la 48e à la 65e coupe, épithélium prismatique.

d. » » de la 65e à la 72e coupe, épithélium prismatique.

e. Forme du canal cervical au niveau des arbres de vie; épithélium prismatique.

f. Forme de la cavité du corps de l'utérus; épithélium prismatique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

BALFOUR et SEDGWICK. — *On the Existence of a Head-Kidney in the Embryo Chick, and on certains points in the Development of the Müllerian Duct.* — *Quat. Journ. of Microsc. Science*, 1879.

BEAUREGARD. — *Contribution à l'étude du développement des organes génito-urinaires.* Thèse, Paris, 1877.

BISCHOFF. — *Développement de l'homme et des mammifères*, dans *Encyclopédie anat.*, 1843.

BORNHAUPT. — *Untersuch. über die Entwicklung. des Urogenitalsystems beim Hühnchen*, Riga, 1867.

BRAUN. — *Urogenitalsystem der Reptilien. Arb. aus d. Zool.-Zoot. Institut in Würzburg*, IV, 1877.

BURDACH. — *Traité de Physiologie*, 1828.

BUDIN. — *Recherches sur l'hymen et sur l'orifice vaginal. Progrès médical*, 1879. n° 35.

CADIAT. — *Traité d'anatomie générale*, Paris, 1879-81.

CORNIL. — *Structure de la muqueuse du col de l'utérus à l'état normal.* — *Journ. de l'anat.*, 1864.

COSTE. — *Recherches sur le corps de Wolff.* — *Ann. sc. nat.*; t. XIII, 1840.

— *Histoire du développement des corps organisés* (1847-1859).

DOHRN. — *Ueber die Müller'schen Gänge und die Entwickelung des Uterus, Marburg. Gesellschaft*, 1869, et *Monatsschrift f. Geburtskunde*, 1869, t. XXIV.

— *Zur Kenntniss der Müller'schen Gänge und ihrer Verschmelzung, Marb. Gesellschaft*, 1871, Bd IX.

— *Ueber die Entwickelung des Hymens, Marb. Gesellschaft*, suppl. du 10e volume, Cassel, 1875.

DURSY. — *Ueber den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugethiere, Henle's und Pfeufer's Zeitschrift*, 1865.

EGLI. — *Beiträge zur Anat. und Entwick. der Geschlechtsorgane beim Kaninchen.* — *Inaug. diss. Zurich*, 1876.

FISCHEL. — *Beiträge zur Morphologie der Portio vaginalis Uteri, Arch. f. Gynaekologie*, Bd XVI, 2 Heft.

FOLLIN. — *Recherches sur les corps de Wolff.* Thèse, Paris, 1850.

FURST. — *Ueber die Bildungshemmungen des Utero-vaginalcanales, Monatsschrift f. Geburtsk*, 1867, Bd 30.

GASSER. — *Ueber die Entwickelung der Müller'schen Gänge, Marb. Gesellschaft*, 1871.

— *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Allantois, der Müller'schen Gänge und des Afters*, Frankfurt, 1874.

GEIGEL. — *Ueber Variabilität in der Entwickelung der Geschlechtsorgane beim Menschen*, Würzburg. 1883.

GUYON. — *Étude sur les cavités de l'utérus à l'état de vacuité.* — Thèse, Paris, 1858.

HANUSCHKE. — *De Genitalium evolutione in embryone femineo*, Vratislaviæ, 1837.

HENSEN. — *Embryologische Mittheilungen, Arch. für mikr. Anat.*, 1867.

HIS. — *Untersuch. über d. erste Anlage d. Wirbelthierleibes.* Leipzig, 1868.

Imbert. — *Développement de l'utérus et du vagin.* — Thèse d'agrégation, Paris, 1883.

Jacobson. — *Die Oken'schen Körper oder die Primordialnieren.* Copenhagen, 1830.

Kapf. — *Untersuchungen über das Ovarium und dessen Beziehungen zum Peritoneum, Reichert' und D. B. Reymond's Arch.*, 1872.

Kobelt. — *Der Nebeneierstock des Weibes*, Heidelberg, 1847.

Kölliker (von). — *Traité du développement de l'homme et des animaux supérieurs* trad. franc., 1879.

Kubassow. — *Beitrag zur Lehre von der doppelter Gebärmutter (Uterus didelphis) nebst besonderer Würdigung der Ætiologie dieser Difformität, Virchow's Arch.*, 1883.

Kussmaul. — *Von dem Mangel, der Verkümmerung und Verdoppelung der Gebärmutter*, Würzburg, 1879.

Langenbacher. — *Beiträge zur Kenntniss der Wolff'schen und Müller'schen Gänge bei Säugern, Arch. f. mikr. Anat.*, 1881.

Legay. — *Développement de l'utérus jusqu'à la naissance.* — Thèse, Lille, 1884.

Leuckart. — *Wagner's physiologie*, art. *Zeugung*, 1833.

Lilienfeld. — *Beiträge zur Morphologie und Entwickelungeschichte der Geschlechtsorgane*, Diss. Marburg, 1856.

Meckel. — *Manuel d'Anatomie*, trad., 1825.

Meckel (H.). — *Zur Morphologie der Harn und Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere*, Halle, 1848.

Möricke. — *Die Uterusschleimhaut in den verschiedenen Alters-perioden und zur Zeit der Menstruation, Zeitsch. f. Geburts*, Bd VII, 1 Heft, p. 24.

Müller (Joh.). — *Bildungsgeschichte der Genitalien*, Dusseldorf, 1830.

Pouchet. — *Sur le développement des organes génito-urinaires.* — *Annales de Gynécologie*, 1876.

Pozzi. — *De la bride musculine du vestibule chez la femme et de l'origine de l'hymen, Soc. de biologie*, 16 février 1884.

Rathke. — *Ueber die Bildung der Samenleiter, der Fallopischen Trompete, etc.— Archiv für Anat. und Phys.*, 1832.

— *Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere*, Leipzig, 1861.

Reichert. — *Ueber Müller'sche u. Wolff'sche Gänge bei Fischembryonen, Müller's Arch.*, 1837.

Remak. — *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*, Berlin, 1855.

Robin. — *Mémoire sur la muqueuse de l'utérus.* — *Mém. de l'Acad. de méd.*, Paris, 1861, t. XIV.

Schenk. — *Lehrbuch der vergleich. Embryologie der Wirbelthiere*, Wien, 1874.

Schneider. — *Ueber die Müller'schen Gänge der Urodelen und Anuren, Ctbl.*, 1876.

Semper. — *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbelthiere, Arb. aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg*, 1875.

Sernoff. — *Zur Frage über die Entwickelung der Samenröhrchen des Hodens und der Müller'schen Gänge, Ctbl.*, 1874, n° 31.

Siemerling. — *Beiträge zur Embryologie der Excretionsorgane des Vogels*, Diss. Marburg, 1882.

Sinéty (de). — *Manuel pratique de Gynécologie*, Paris, 1879.

Tourneux et Legay. — *Note sur le développement de l'utérus et du vagin, et particulièrement du museau de tanche chez le fœtus humain.* — *Société de biologie*, 26 janvier 1884.

Tourneux et Wertheimer. — *Sur la fusion des conduits de Müller chez l'homme, et sur le développement de l'hymen*, *Soc. de biologie*, 15 mars 1882.

Tourneux. — *Remarques concernant le développement des utérus bicornes, et le mode d'élargissement du fond de l'utérus chez le fœtus humain. Soc. de biologie*, 19 avril 1884.

Thiersch. — *Bildungsfehler der Harn-und Geschlechtswerkzeuge eines Mannes, Illustrirte med. Zeitung*, Bd I, 1852.

Valentin. — *Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen*, Berlin, 1835.

Viault. — *Le corps de Wolff.* — Thèse d'agrégation, Paris, 1880.

Waldeyer. — *Eierstock und Ei*, Leipzig, 1870.

LA

SEGMENTATION DES ASCIDIES SIMPLES

Par L. CHABRY.

La segmentation des ascidies simples ayant été l'objet d'un mémoire récent et important de MM. Van Beneden et Julin (1), je n'insisterai dans cette note que sur les points qui n'ont pas été signalés par ces deux auteurs. On peut se reporter pour suivre ma description aux figures qui accompagnent le travail des deux savants belges, du moins jusqu'au stade de seize cellules. Au delà de ce stade, des différences, qui tiennent sans doute à la différence des espèces observées, apparaissent entre ce que j'ai vu et ce qu'ils ont figuré. Ma description a surtout pour but de montrer que la segmentation des ascidies ne s'écarte, en réalité, que peu de la segmentation régulière, et qu'il est possible de la rapporter à cette dernière par la construction de schémas fort simples qui permettent d'homologuer les éléments des deux segmentations, cellule à cellule, jusqu'au stade de trente-deux et peut-être au delà.

Stade de deux cellules. — Le premier sillon de segmentation qui divise l'œuf en deux cellules dont chacune est l'initiale d'une moitié du corps de la future larve, apparaît au pôle du vitellus qui deviendra plus tard l'endoderme, contrairement à ce qu'on sait pour d'autres animaux, notamment les Hirudinées. La segmentation dure environ deux minutes et tout le stade vingt minutes. Au moment de leur formation les deux globules sont ovoïdes et leur grosse extrémité est dirigée du côté de l'endoderme, mais après quelques instants il est impossible de distinguer les deux pôles de l'œuf.

Stade de quatre cellules. — La nouvelle segmentation dure environ deux minutes et le stade entier vingt minutes. La division qui s'effectue dans un plan, dit *frontal,* perpendiculaire au précédent, coupe l'œuf en moitiés antérieure et postérieure; elle marche du pôle ectodermique à l'endodermique. Le canal de segmentation qui existe entre les quatre éléments n'a qu'une existence temporaire, il disparaît avant la fin du stade et la durée de son existence est environ de douze minutes. On remarque à son intérieur trois (?) petits corps arrondis formés de proto-

(1) *Archives de Biologie.* T. V. 1884.

plasme amœboïde; ce sont les globules polaires. Un de ces globules émigre vers la surface de l'œuf et va se placer près du pôle entre les deux cellules ectodermiques postérieures. Lorsque a lieu le réaccolement des quatre cellules qui détermine la disposition du canal de segmentation, il se produit le plus souvent une première assymétrie entre les deux moitiés de l'œuf. Cette assymétrie consiste en ce que l'une des moitiés subit par rapport à l'autre un léger mouvement de rotation; il en résulte que les quatre cellules ne sont pas en contact par leurs arêtes suivant l'axe de l'œuf, mais par deux petites facettes triangulaires, allongées dont le sommet est au centre de l'œuf. C'est là le premier écart notable entre la segmentation de l'ascidie et la segmentation régulière.

Stade de huit cellules. — Ce stade qui dure une vingtaine de minutes, prend naissance comme dans la segmentation régulière par un plan de division dit *équatorial*, perpendiculaire aux deux plans de segmentation précédents. Mais le plan équatorial est ici très irrégulier. Il détermine la formation de quatre cellules endodermiques plus grosses et de quatre éléments ectodermiques. Ces éléments sont superposés en deux étages, dont les centres ne se correspondent pas exactement, le centre de l'étage endodermique étant situé en arrière du centre de l'étage ectodermique. L'œuf vu de profil est particulièrement intéressant, il montre que les cellules endodermiques antérieures sont en rapport par une large facette avec les cellules ectodermiques postérieures. Les cellules endodermiques postérieures (plus petites que les antérieures) n'ont aucun rapport avec les ectodermiques antérieures (plus petites également que les postérieures). La cavité de segmentation s'est reformée, elle renferme les globules polaires qui n'ont pas émigré à la surface.

Stade de seize cellules. — L'écart entre la segmentation dite régulière et celle de l'ascidie devient à ce stade plus considérable. Dans la segmentation régulière il se produirait à ce stade quatre plans nouveaux de division dirigés comme des méridiens d'un pôle à l'autre de l'œuf. Dans la segmentation de l'ascidie, ces plans méridiens sont déviés de leur direction typique et au lieu de se diriger de la surface de l'œuf vers son axe, ils se dirigent de la surface, soit vers le plan médian du corps, soit vers le plan frontal. La surface de l'œuf au lieu d'être divisée par ces méridiens en huit fuseaux pointus à leurs deux extrémités est, par suite, divisée en huit fuseaux pointus à une extrémité (celle qui n'atteint pas le pôle de l'œuf) et tronquée à l'autre extrémité qui atteint le pôle. Les quatre fuseaux tronqués dont

l'extrémité atteint le pôle endodermique alternent régulièrement avec les quatre fuseaux dont l'extrémité non tronquée n'atteint pas le même pôle. Sur une sphère, portant déjà les méridiens antéro-postérieurs et frontal, et l'équateur, on tracera schématiquement les nouveaux plans de segmentation de la manière suivante. Partant du méridien frontal, à peu de distance de l'un des pôles que nous appellerons endodermique, le trait se dirige vers l'équateur qu'il rencontre à la longitude de 45°, c'est-à-dire à égale distance du plan médian et du plan frontal; descendant dans l'autre hémisphère, le trait va tomber sur le méridien antéro-postérieur à quelque distance du pôle ectodermique.

Ce trait n'est autre chose qu'un grand cercle dont le plan regarde en avant, en dedans, et un peu en haut. Un trait symétrique divisera la moitié antérieure de l'œuf en quatre fuseaux symétriques deux à deux. Pour diviser en fuseaux la moitié postérieure de l'œuf, le trait part du plan médian au voisinage du pôle endodermique, se dirige vers l'équateur qu'il atteint à la longitude de $135° = 3 \times 45°$ et de là passant dans l'autre hémisphère va tomber vers le méridien frontal à une certaine distance du pôle. Ce trait est un arc d'un grand cercle dont le plan regarde en arrière, en dedans, et un peu en bas. Avec son symétrique il divise la moitié postérieure de la sphère en huit fuseaux symétriques, deux à deux. Tel est le schéma de la segmentation en seize dont on appréciera l'exactitude en comparant le diagramme ainsi tracé avec les figures données par MM. Van Beneden et Julin, et représentant l'œuf vu par ses deux pôles.

Stade de vingt-deux cellules. — MM. Van Beneden et Julin passent du stade de seize cellules à un stade de trente-deux ; la segmentation sur l'espèce que nous décrivons s'opère d'une façon différente, et pour comprendre aisément sur quelles cellules porte la division il faut également la rapprocher de la segmentation régulière typique. Celle-ci conduit du stade de seize cellules au stade de trente-deux par la formation de deux plans parallèles à l'équateur qu'on peut appeler des *tropiques*. L'un de ces plans subdivise les huit cellules de l'hémisphère endodermique et l'autre les huit cellules de l'autre hémisphère. Dans la segmentation de l'ascidie que nous décrivons, le plan qui subdivise les cellules endodermiques se produit seul tout d'abord et même la division épargne les deux cellules endodermiques postérieures les plus rapprochées de la ligne médiane (cellules *g* et *g'* de Van Beneden et Julin). Le nombre des cellules de l'hémisphère endodermique est donc porté à quatorze au lieu de

seize que comporterait une segmentation régulière; ce nombre ajouté aux huit cellules de l'hémisphère ectodermique qui ne se segmente pas, forme le nombre total des cellules qui est de vingt-deux.

Stade de trente cellules. — Les expressions, que j'ai employées précédemment, d'hémisphère endodermique et d'hémisphère ectodermique ne sont pas absolument équivalentes aux expressions d'endoderme et d'ectoderme; je ne voudrai pas affirmer en effet, qu'aucune cellule de l'hémisphère endodermique ne fera partie de l'ectoderme, mais simplement que le plus grand nombre de celles qui font partie de cette hémisphère constituent finalement l'endoderme. Autrement dit, il me paraît peu probable que ce qu'on appelle l'équateur de l'œuf corresponde exactement *chez l'ascidie* à la limite des deux feuillets larvaires. Un des premiers problèmes de la segmentation consiste, au contraire, à définir exactement les rapports qui existent entre l'équateur morphologique de l'œuf, d'une part, et la limite endo-ectodermique, d'autre part. N'ayant pu encore résoudre exactement ce problème, pour ce qui concerne l'animal sujet de mes observations, je réserve cette question. MM. Van Beneden et Julin ont été assez heureux pour pouvoir indiquer dès les premiers stades, quelles cellules deviendront l'ectoderme, quelles autres deviendront l'endoderme, et quelles enfin auront dans leur descendance à la fois des éléments endodermiques et ectodermiques. Cette distinction, dont l'importance ne peut échapper, leur a sans doute été rendue possible par l'existence de caractères histologiques propres à chacune de ces cellules, mais les œufs que j'ai étudiés, moins transparents peut-être que ceux de la Clavelina Rissoana qui sert de type à la description des auteurs belges, ne m'ont permis de faire aucune distinction entre les diverses sortes d'éléments. Toutefois, j'ai peine à croire, d'après le développement que j'ai pu suivre, que la limite entre l'endoderme et l'ectoderme soit placée dans l'hémisphère endodermique aussi rapprochée du pôle que cela résulterait de la description de Van Beneden et Julin.

Pour l'espèce que j'ai étudiée, je la crois beaucoup plus rapprochée de l'équateur de l'œuf, mais peut-être ces différences sont-elles d'ordre purement spécifique. La formation du stade de trente cellules se comprend par son rapprochement avec la segmentation régulière. Au stade précédent de la segmentation de l'ascidie, nous avons vu se former un plan de division parallèle à l'équateur, et traversant tout l'hémisphère endodermique à l'exception de deux cellules; au stade actuel, il se forme un

plan semblable qui traverse toutes les cellules de l'ectoderme; le nombre de celles-ci est donc porté de huit à seize, qui, additionnées aux quatorze éléments de l'autre hémisphère, forment un total de trente éléments. Les deux cellules de l'hémisphère endodermique qui avaient d'abord échappé à la segmentation se divisent à peu près vers la même époque, et le nombre total des éléments est porté à trente-deux. J'ai indiqué pour le stade de seize cellules la construction d'un schéma destiné à représenter les rapports essentiels que présentent ces éléments et permettant de voir en quoi ces rapports diffèrent de ceux qui résulteraient d'une segmentation régulière. J'essayerai, en partant du schéma précédent, d'indiquer la construction d'un nouveau diagramme indiquant les rapports essentiels qu'affectent entre eux les trente-deux éléments de l'œuf.

Les plans de segmentation parallèles à l'équateur, ou plans tropicaux, qui, dans la segmentation régulière, conduisent du stade de 16 cellules au stade de 32, sont dans la segmentation de l'ascidie, pour ainsi dire fragmentés ou dissociés en petites facettes qui ne se font plus suite les unes aux autres. Autrement dit, ces plans en passant d'un fuseau à l'autre de la sphère, se rapprochent ou s'éloignent plus ou moins du pôle, de manière à dessiner à la surface de la sphère un réseau d'apparence tout à fait irrégulière, réseau dans lequel une étude attentive permet seule de retrouver la figure qu'aurait dessinée la segmentation régulière.

Pour l'hémisphère endodermique, le plan tropical divise de la manière normale le quart antéro-supérieur de la sphère, mais il se continue dans le quart postéro-supérieur, par un plan plus rapproché du pôle. Ce plan épargne d'abord, comme je l'ai dit, les deux cellules endodermiques postéro-supérieures, et lorsque celles-ci se segmentent à leur tour, au lieu de donner chacune deux cellules, l'une polaire et l'autre équatoriale, leur division a lieu de telle sorte qu'elles donnent une cellule antérieure et une cellule postérieure interne à la précédente. La portion du plan tropical qui correspond à ces deux cellules a donc subi une rotation qui la rend verticale, et il devient difficile d'homologuer ces éléments à ceux de la segmentation régulière. Je considère la cellule postérieure comme correspondante à la cellule équatoriale d'une segmentation régulière. Le plan tropical qui passe dans l'hémisphère ectodermique n'est pas moins fragmenté. Après avoir traversé d'une manière normale dans le quart antéro-inférieur de la sphère, les deux premiers fuseaux (le fuseau droit et son symétrique), il se rapproche du pôle en

traversant les fuseaux suivants. Dans le quart postéro-inférieur de la sphère, le plan tropical est plus disloqué encore; il traverse, il est vrai, le fuseau postérieur de la manière normale, c'est-à-dire parallèlement à l'équateur, mais il subit dans l'avant-dernier fuseau une déviation qui le rend vertical. Il divise donc ce fuseau en une cellule antérieure et une postérieure dont l'homologie avec les cellules équatoriale et polaire que produirait une segmentation régulière, n'est pas évidente. Je considère provisoirement la cellule postérieure comme représentant la cellule polaire. L'étude de la segmentation d'autres embryons permettra de trancher les problèmes de cet ordre et d'homologuer, cellule à cellule, les éléments de la segmentation régulière avec les éléments de l'ascidie. Bien que l'époque avancée de l'année ne m'ait pas permis de pousser avec certitude mes recherches sur les stades ultérieurs, j'ai cru utile de publier cette première partie d'une étude de l'embryogénie des ascidies qui suffira, je crois, à démontrer qu'à côté de la description pure et simple (à laquelle se sont bornés jusqu'à présent les anatomistes), il existe une véritable morphologie comparée de la segmentation, dont la tâche est de rapprocher entre eux les divers modes de division du vitellus, et de retrouver au milieu d'irrégularités apparentes certains traits communs à la genèse de nombreux types d'animaux.

Le Propriétaire-gérant : Félix ALCAN.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.


Fig 1
Fig 2
Fig 3
e
B
P
c
n
A
B
Fig 4
Fig. 5
e
n
P
A
B
v
v
Fig 7
Fig 8
e
m
P
v
e
P
Fig. 6
B
v
c
m
Fig.14
f
c
V
Fig 10
m
Fig. 9
n
m
Fig 15
P
p
m
m
P
P
Fig 12
n
m
Fig 13
n
c
c
Fig 11
m
Hoggan del
Imp Lemercier & Cie Paris
Nicolet lith

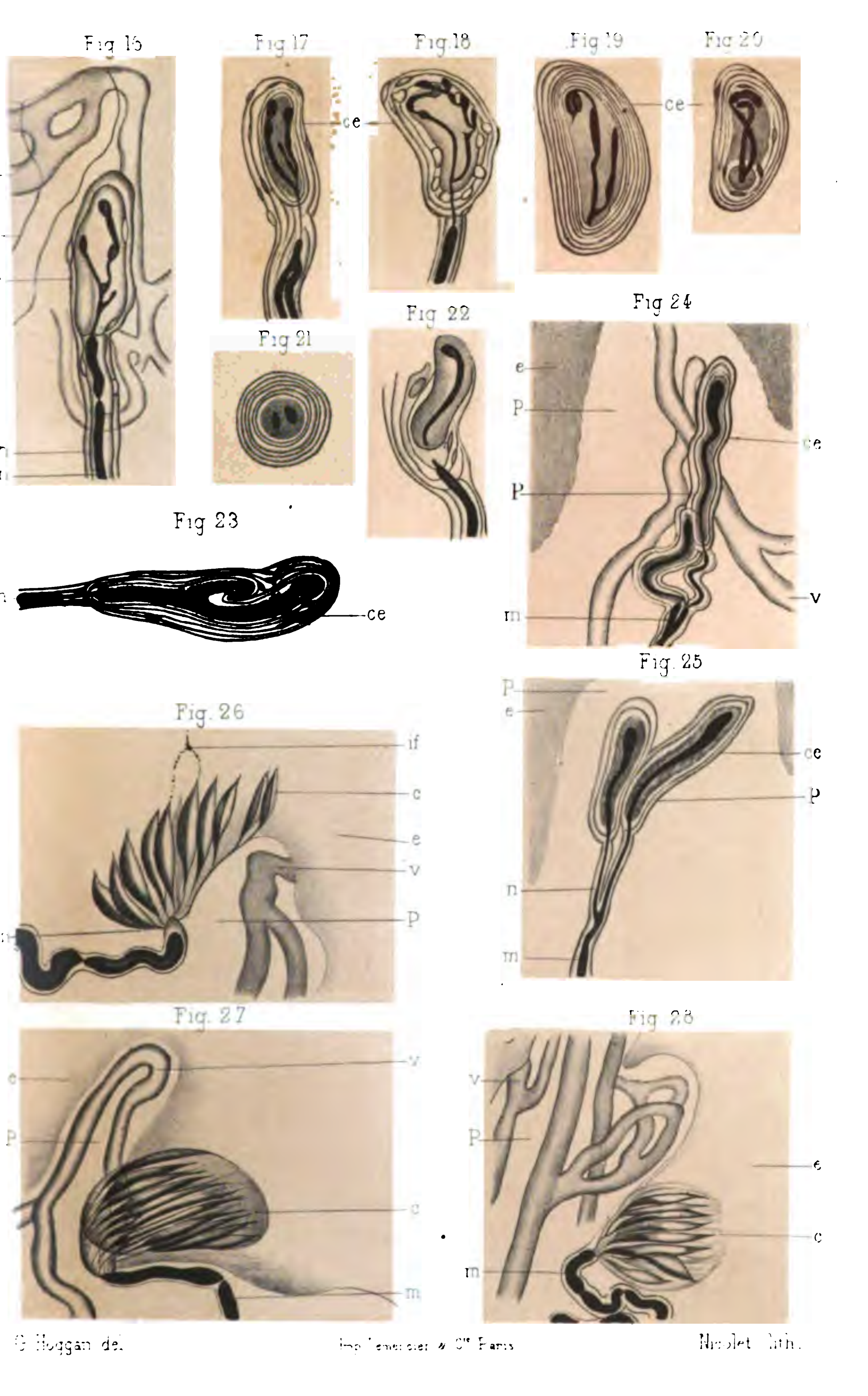
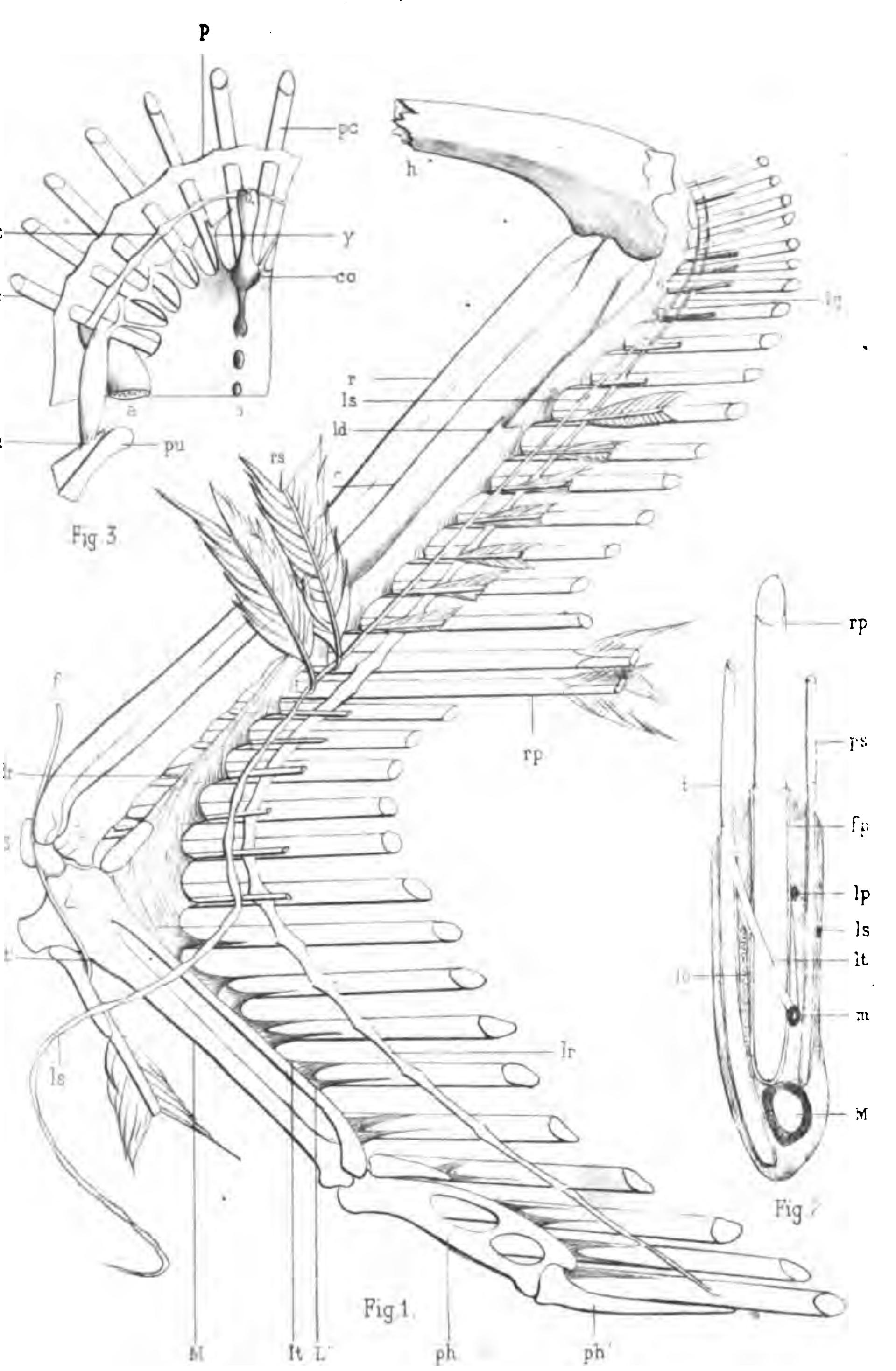
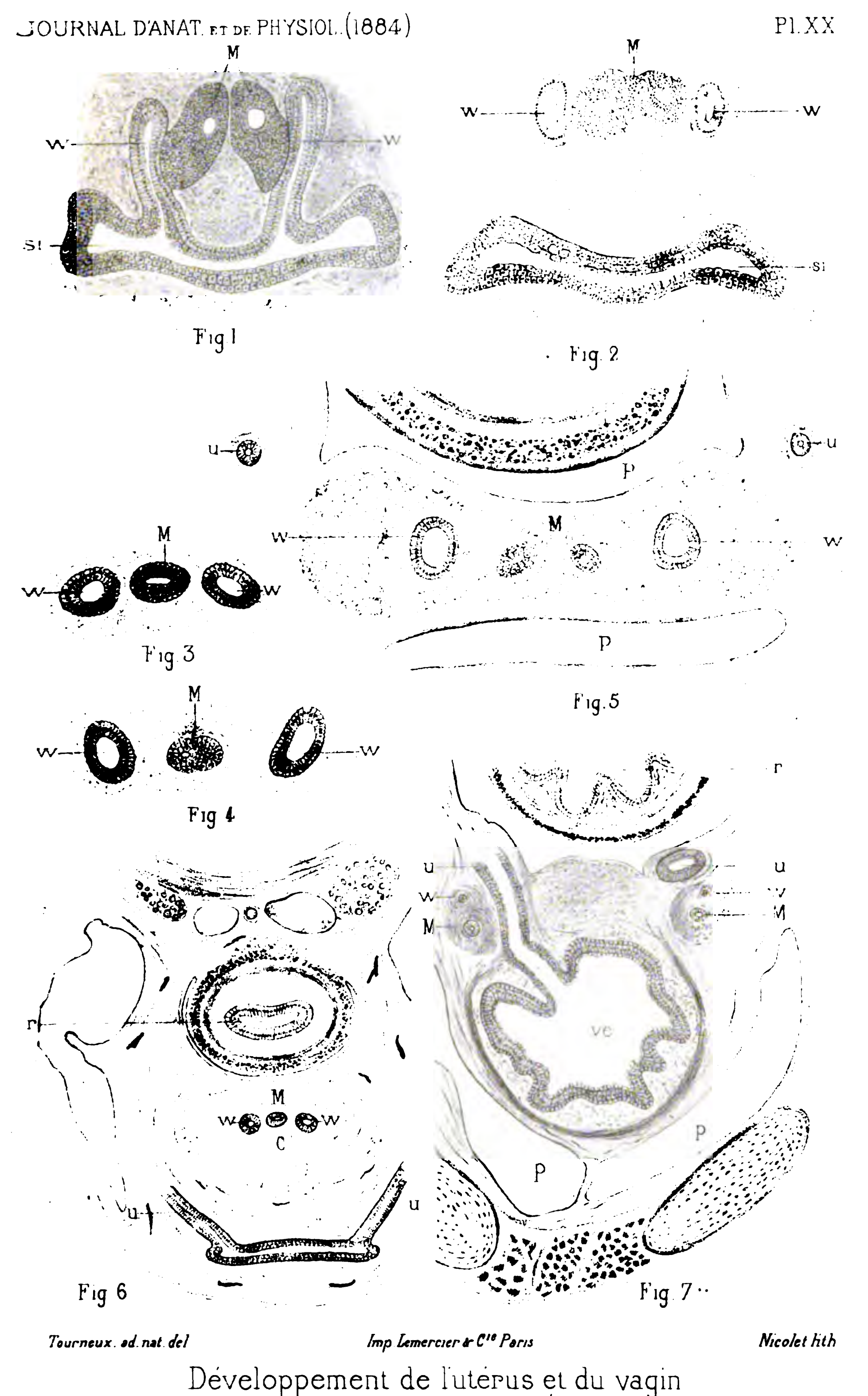


Fig 16
Fig 17
Fig 18
Fig 19
Fig 20
Fig 21
Fig 22
Fig 23
Fig 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28
ce
e
p
v
m
n
if
c
G Hoggan del.
Imp Lemercier & Cie Paris
Nicolet lith.


P
pc
y
co
pu
Fig 3
h
r
ls
ld
rs
f
rp
lr
ls
M
lt
L
ph
ph'
Fig 1
rp
t
fp
lp
ls
lt
m
M
Fig

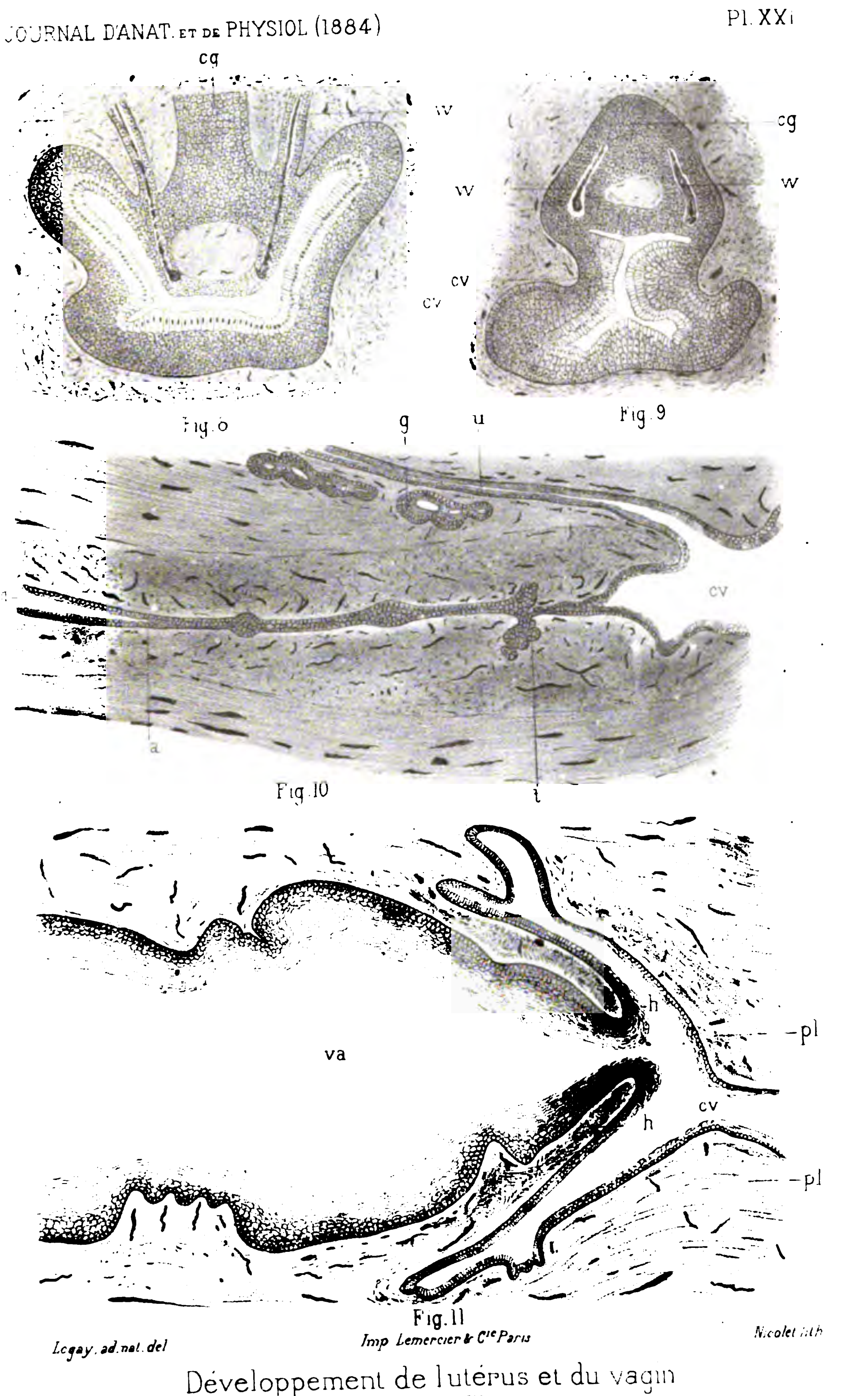


Tourneux. ad. nat. del

Imp Lemercier & Cie Paris

Nicolet lith

Développement de l'utérus et du vagin



Développement de l'utérus et du vagin

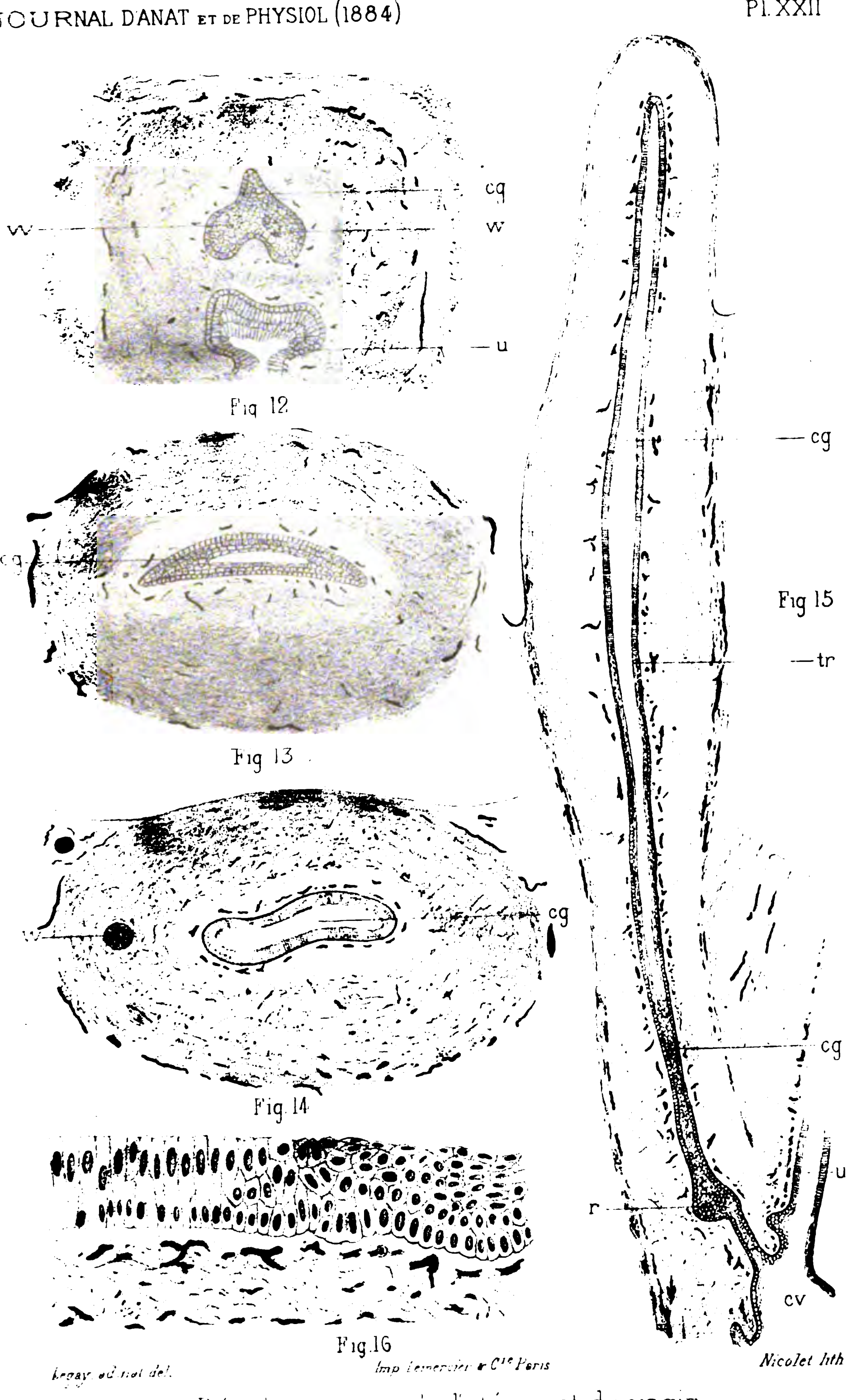


Fig 12

Fig 13

Fig 14

Fig 15

Fig 16

Legay ad nat del.

Imp Lemercier & Cie Paris

Nicolet lith

Développement de l'utérus et du vagin

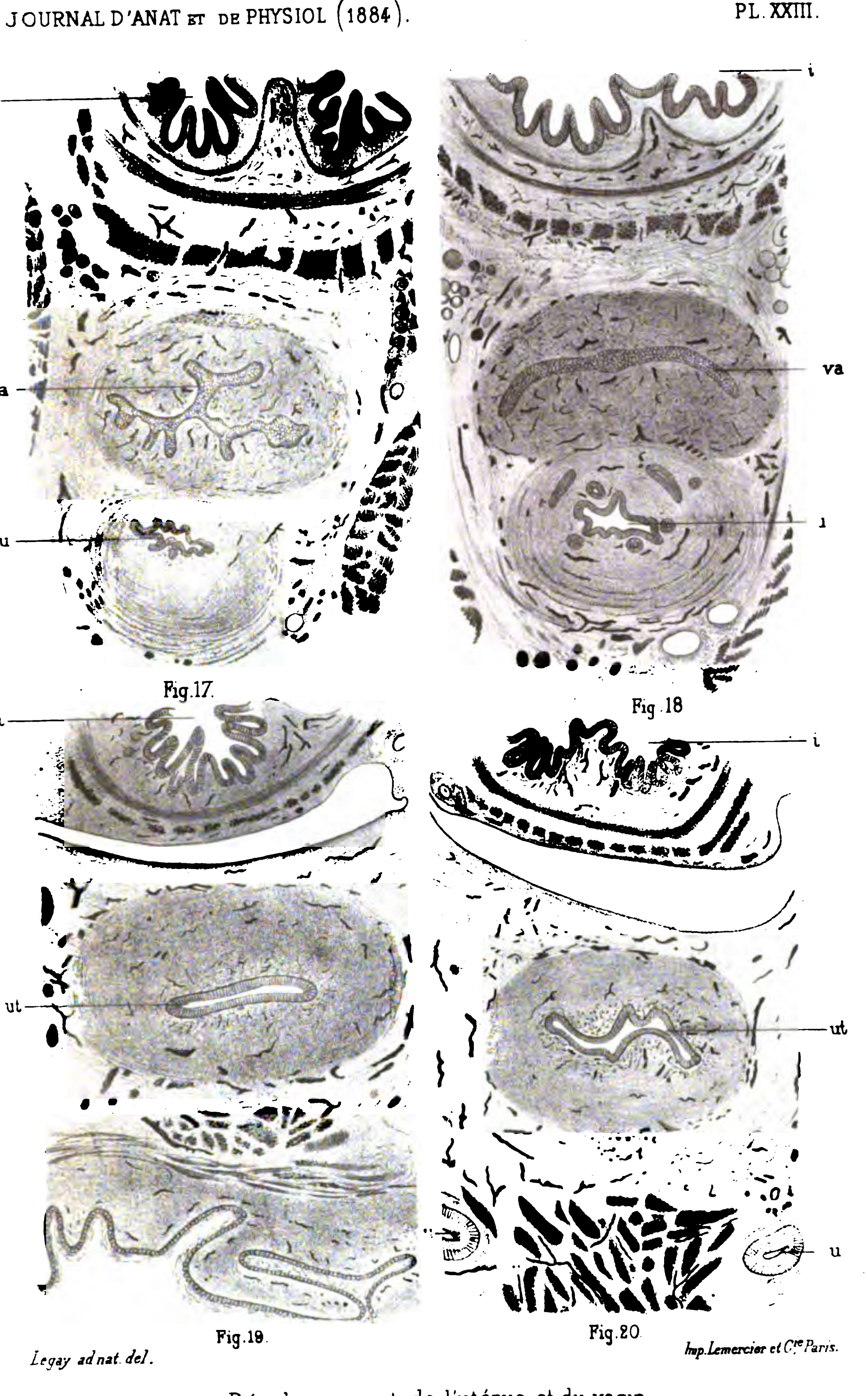


Fig.17.

Fig.18

Fig.19.

Fig.20

Legay ad nat. del.

Imp. Lemercier et Cie Paris.

Développement de l'utérus et du vagin

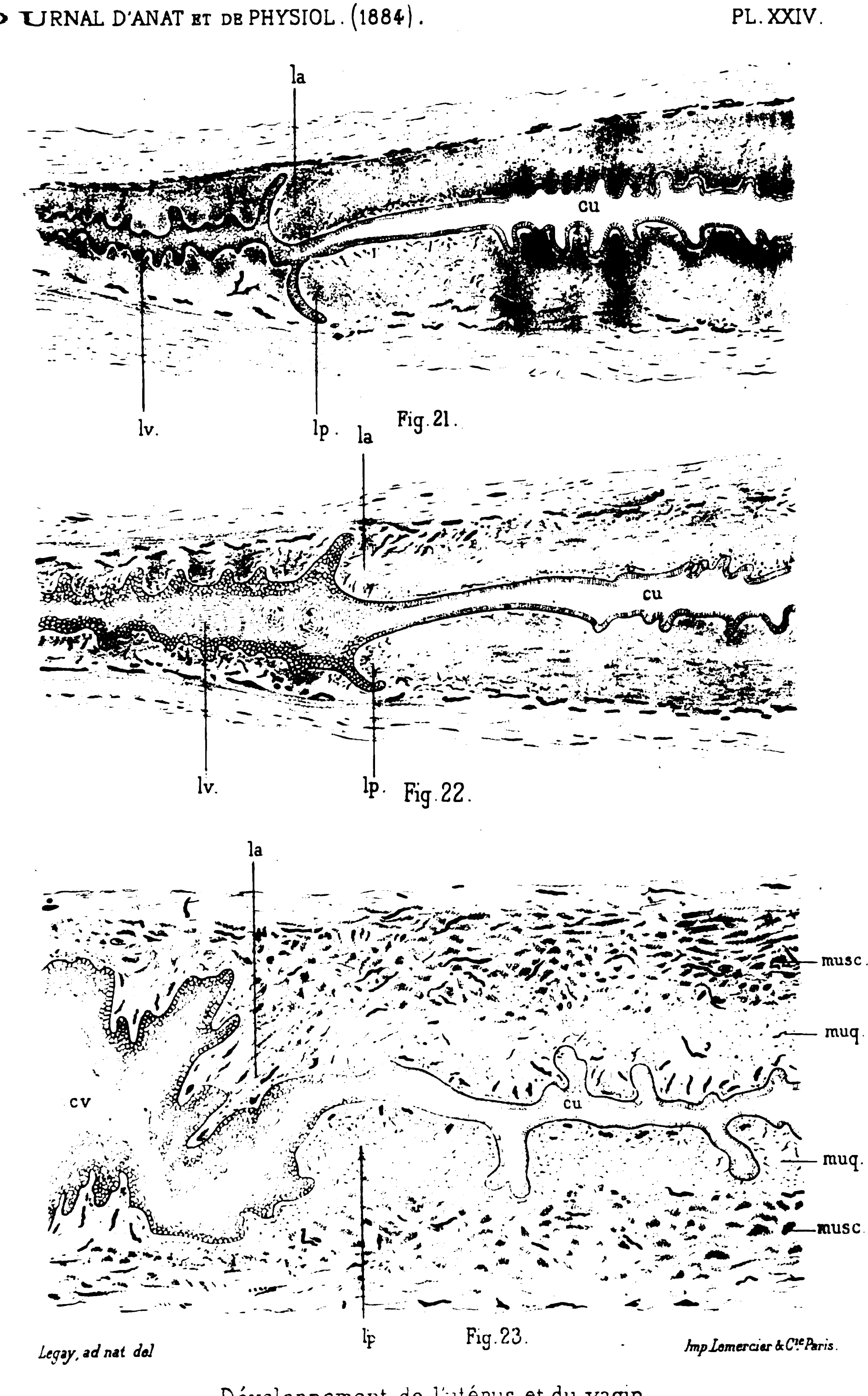
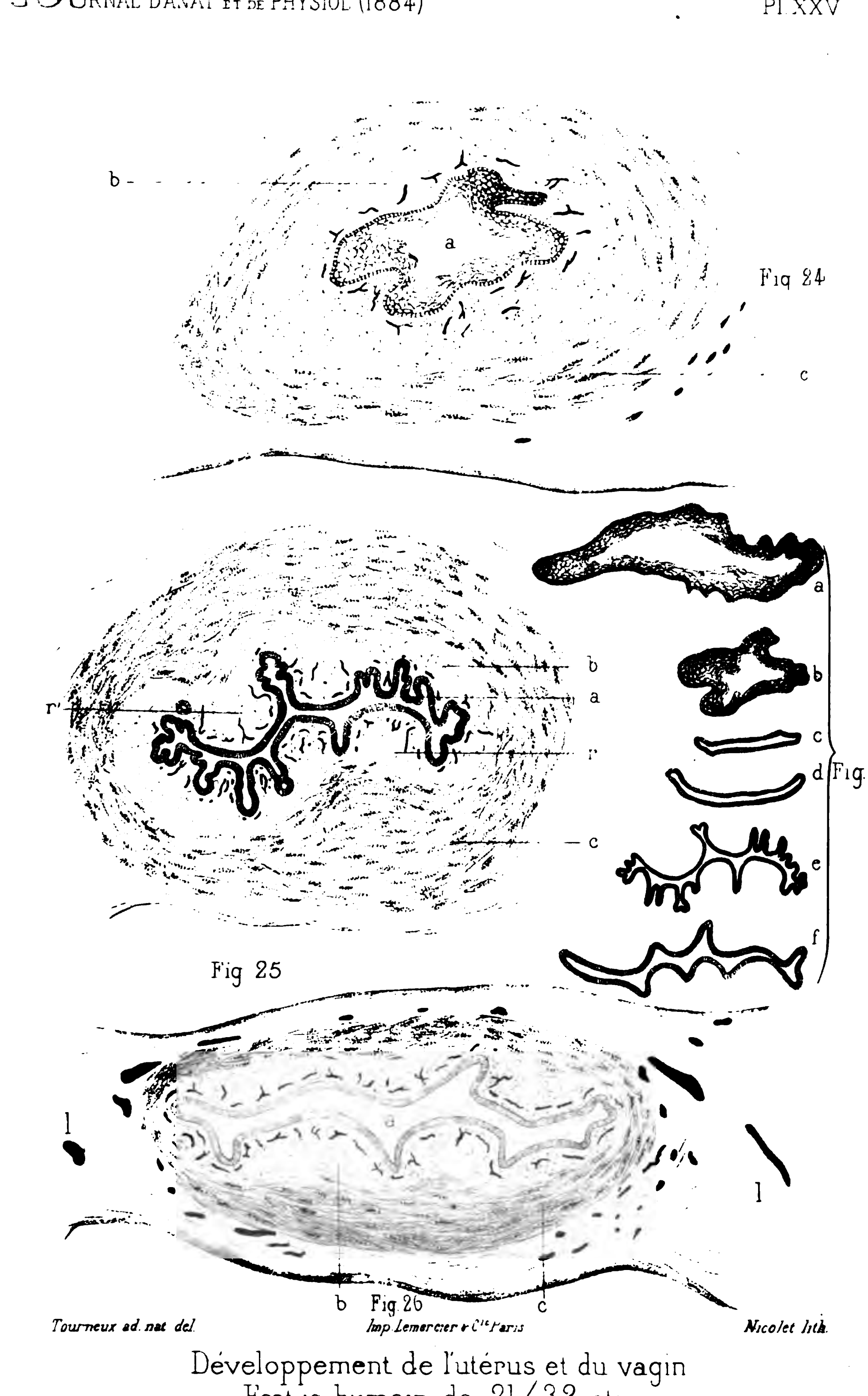


Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Développement de l'utérus et du vagin.



Tourneux ad nat del. Imp Lemercier & Cie Paris Nicolet lith.

Développement de l'utérus et du vagin
Fœtus humain de 21/32 ct

L'URÉE EST UN POISON

MESURE DE LA DOSE TOXIQUE DANS LE SANG

Par MM. N. GREHANT et Ch.-E. QUINQUAUD

Certains troubles ont été signalés par plusieurs observateurs, notamment par Hammond et M. Gallois à la suite de l'introduction de l'urée dans l'organisme; mais actuellement la plupart des physiologistes concluent de leurs expériences que l'urée est une substance peu nuisible.

En dosant l'urée du sang, dans des cas d'urémie, chez l'homme, nous avons trouvé un chiffre d'urée beaucoup plus élevé que le chiffre fourni par le sang normal, par exemple, dans un cas suivi de mort l'analyse a fourni $0^{gr},210$ d'urée dans 100 grammes de sang ou $\frac{1}{476}$; nous avons été conduit à nous demander si l'introduction dans le sang des animaux d'une quantité d'urée telle que ce liquide contiendrait $\frac{1}{476}$ d'urée ou une quantité plus grande, serait accompagnée ou suivie d'accidents.

Nous avons fait un grand nombre d'expériences sur des animaux d'espèces différentes, Chiens, Lapins, Cobayes, Pigeons, Grenouilles, au Muséum d'histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget.

Nécessité d'employer de l'urée pure.

Nous nous sommes servi d'urée préparée artificiellement qui ne contenait pas traces de chlorures mais seulement un peu de sulfate de potasse; en la faisant dissoudre dans l'alcool absolu, nous nous sommes débarrassés de ce sel qui a été précipité; l'alcool ayant été filtré et séparé par distillation, nous avons obtenu de l'urée pure. En décomposant par notre réactif (1) 50 milligrammes d'urée nous avons obtenu $19^{cc},7$ d'acide carbonique qui ramenés à zéro et à la pression de 760^{mm} correspondaient à 47 milligrammes d'urée dont l'analyse nous a ainsi démontré la pureté.

(1) Gréhant et Quinquaud. Sur le lieu de formation de l'urée (*Journal de l'Anatomie, et de la Physiologie*, septembre 1884).

Nous avons dissous l'urée dans une fois et demie son poids d'eau et nous nous sommes servi, pour l'injecter sous la peau ou dans le sang tantôt d'une seringue de Pravaz, tantôt d'une seringue plus grande d'une capacité de 28 centimètres cubes environ.

Expériences sur les grenouilles.

I. — On injecte sous la peau du dos d'une grenouille du poids de 30 grammes, 1 gramme d'urée dissous dans l'eau ; au bout de dix minutes, on voit survenir des convulsions tout à fait semblables à celles que produit la strychnine, ce qui démontre que l'urée agit sur les centres nerveux sensitifs. Les mouvements respiratoires manquent d'abord, puis le cœur s'arrête et la mort survient.

II. — Chez une autre grenouille pesant 41 grammes, on injecte à 2 heures 51 m. sous la peau du dos et sous celle de l'abdomen 0 gr. 42 cent. d'urée ou $\frac{1}{50}$ du poids du corps dissous dans 1 centimètre cube d'eau distillée : aussitôt après l'injection l'animal reste immobile, à 3 h. 3 m. placé sur le dos, il ne peut se retourner, le cœur battant encore ; 3 h. 15 m. l'animal est tout à fait affaissé ; le cœur bat, les mouvements respiratoires sont arrêtés ; on soulève la grenouille, on la fait tomber d'une petite hauteur et on observe des contractions convulsives dans les membres.

3 h. 1/2 réflexes convulsifs, l'animal reste inerte ; la grenouille ne meurt pas le jour même.

III. — Nous avons répété une série d'expériences sur six grenouilles qui ont reçu de l'urée dans la proportion de $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{70}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{90}$ et $\frac{1}{100}$ du poids du corps. Chez la première qui a reçu $\frac{1}{50}$ nous avons vu survenir dix minutes après l'injection un véritable opisthotonos avec extension des membres postérieurs ; pendant les périodes de rémission quand on touche une partie, immédiatement les convulsions recommencent. Chez la seconde qui a reçu $\frac{1}{60}$ on voit survenir des convulsions ; mêmes phénomènes pour la troisième et pour la quatrième ; le lendemain ces quatre grenouilles étaient revenues à l'état normal.

La cinquième et la sixième qui ont reçu $\frac{1}{90}$ et $\frac{1}{100}$ n'ont présenté aucun accident.

Expériences sur les cobayes.

I. — Le 24 juillet 1884, chez un cobaye du poids de 447

grammes, on injecte à 5 heures 33 m. sous la peau du ventre et sous celle du dos une solution de 10 grammes d'urée pure ou $\frac{1}{45}$ du poids du corps; à 5 h. 45 des contractions fibrillaires ont lieu dans les membres.

5 h. 52, l'animal s'affaisse et présente quelques secousses musculaires.

6 heures, les secousses sont de plus en plus fréquentes; à 6 h. 2 m. elles se généralisent; à 6 h. 5 m. elles deviennent très violentes; à 6 h. 11 m. elles sont continues; 6 h. 12 m. elles diminuent d'intensité, la cornée est insensible, à 6 h. 20 l'animal meurt. On ouvre le thorax, le cœur bat encore, la respiration étant arrêtée depuis quelques minutes.

II. — 19 juillet. — On injecte sous la peau d'un cobaye pesant 740 grammes, 10 grammes d'urée dissous dans 15 centimètres cubes d'eau ou $\frac{1}{74}$ du poids de l'animal. L'injection est faite lentement à 1 heure 30 m.

A 1 h. 40 m. les premiers mouvements convulsifs se produisent dans les muscles du cou; à 1 h. 43 m. l'animal se plaint, cherche à se relever et présente des mouvements convulsifs violents dans les muscles des membres antérieurs et dans ceux de la tête; à 1 h. 47 m. les convulsions se généralisent et comprennent les muscles du tronc et des membres postérieurs, le cobaye restant couché sur le flanc; à 1 h. 49, secousses très intenses, opisthotonos; à 1 h. 50 m. la cornée est insensible, les mouvements respiratoires s'arrêtent. On ouvre le thorax; les oreillettes se contractent encore; les ventricules sont arrêtés.

III. — 30 juillet. — On a injecté à 4 h. 30 m. sous la peau du dos d'un cobaye pesant 450 grammes, 4 gr. 5 d'urée purifiée dissous dans 8 centimètres cubes d'eau distillée : à 4 h. 47 tremblements convulsifs, à 4 h. 48 attaque épileptiforme; à 5 heures les convulsions sont presque continues; à 5 h. 6 m. les secousses se généralisent et à 5 h. 10 la mort survient.

IV. — On pourrait objecter aux expériences précédentes que l'introduction d'une assez grande quantité d'eau sous la peau n'est peut-être pas sans danger; pour répondre à cette objection, nous avons, chez un cobaye du poids de 515 grammes, injecté sous la peau du dos 57 grammes d'eau distillée ou $\frac{1}{9}$ du poids du corps; cette injection ne produisit aucun effet apparent.

Expériences comparatives entre l'urine et l'urée.

V. — Nous nous sommes procurés par la sonde un volume assez considérable d'urine de chien et nous avons déterminé par l'analyse le volume de ce liquide qui renfermait 10 grammes d'urée, nous l'avons trouvé égal à 128 centimètres cubes ; ce volume d'urine a été injecté sous la peau d'un cobaye pesant 449 grammes ; en second lieu nous avons injecté sous la peau d'un autre cobaye 10 grammes d'urée dissous dans 70 centimètres cubes d'eau ; les deux animaux ont été observés en même temps ; le premier a présenté des secousses convulsives 12 minutes après l'injection, alors que le second ne présentait aucun phénomène ; ce n'est que 27 minutes après l'injection que les convulsions tétaniques sont survenues ; la mort a eu lieu au bout de 21 minutes chez ce cobaye qui a reçu l'urine et au bout de 2 h. 17 minutes seulement chez l'autre ; donc l'urine paraît plus toxique que l'urée. Nous avons dosé l'urée dans le sang du cochon d'Inde qui a succombé après l'injection de 10 grammes de cette substance ; 4 gr. 6 de sang recueilli dans le thorax a suffi pour ce dosage ; le résultat rapporté à 100 grammes de sang nous a donné le nombre 0 gr. 820 d'urée, ou bien $\frac{1}{122}$ du poids de sang : ce que nous appelons *la dose toxique dans le sang.*

Expériences sur les lapins.

I. — 2 juillet. — On injecte sous la peau du dos d'un lapin pesant 1,500 grammes, 15 grammes d'urée à 5 h. 45 m., soit $\frac{1}{100}$ du poids du corps. A 6 h. 29 m. l'animal tombe sur le flanc et présente de légers mouvements convulsifs dans les membres postérieurs ; à 6 h. 34 m. convulsions dans la masse sacro-lombaire, dans les pattes antérieures et postérieures ; les convulsions se généralisent ; la tête se renverse en arrière et il meurt à 6 h. 37 m.

Immédiatement après la mort, on ouvre le thorax et l'abdomen, le cœur bat encore.

II. — On injecte à 3 h. 24 m. sous la peau d'un lapin pesant 1 kil. 627, 16 gram. d'urée dissoute dans 23 centimètres cubes d'eau ; à 3 h. 30 m. l'animal tombe sur le flanc ; les membres sont raides ; à 3 h. 34, mouvements convulsifs très rapides dans les membres postérieurs ; l'animal cherche en vain à se remettre sur le ventre ; à 3 h. 37 m. plus de mouvements réflexes ; à

3 h. 50 m. convulsions généralisées sous forme d'attaques épileptiques; à 3 h. 57 opisthotonos, diminution d'amplitude des mouvements respiratoires, qui cessent à 4 h. 4 m., époque de la mort; on ouvre le thorax; le cœur bat encore; on prend 6 gr. 5 de sang, qui, soumis au dosage, fournit 0 gr. 661 pour 100 grammes de sang ou $\frac{1}{151}$, dose toxique dans le sang.

III. — Sur un lapin de deux mois pesant 940 grammes, on injecte, à 5 heures 15 m., 4 gr. 7 d'urée purifiée ou $\frac{1}{200}$ du poids du corps. A 6 heures le lapin ne paraît pas malade; cependant il est mort plusieurs jours après.

Expérience sur un pigeon.

Un pigeon du poids de 378 grammes reçoit en injections successives sous la peau 10 gr. 7 d'urée, c'est-à-dire $\frac{1}{35}$ du poids du corps, les injections ont été faites en trois fois à 2 h. 45, à 3 heures et à 4 h. 30 m. A 4 h. 32 m., on constate de légers mouvements convulsifs dans les deux pattes; à 4 h. 34 m. les mouvements convulsifs deviennent très nets et sont caractérisés par de véritables secousses dans les muscles des pattes, dans ceux du cou et des ailes; à 4 h. 40 m. l'animal est à l'agonie et présente quelques mouvements convulsifs généraux; à 4 h. 45 m. la mort est confirmée; l'autopsie immédiate permet de constater qu'à 4 h. 45 les oreillettes et les ventricules battent encore. Il reste de l'urée dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Expériences sur les chiens.

I. — On injecte sous la peau d'un chien de 5 kil. 800, 48 grammes d'urée dissout dans 100 centimètres cubes d'eau en six endroits différents : ($\frac{1}{121}$ du poids du corps).

3 h. 53 m. après, l'animal se couche sur le flanc, présente de la diarrhée et une dyspnée assez forte.

4 h. 15 m. après l'injection, le chien délire.

4 h. 30 m. après l'injection, on voit survenir une véritable attaque de tétanos; la tête est renversée en arrière; les pattes antérieures sont raides, les muscles sont agités de secousses convulsives.

5 h. 21 m. après l'injection, l'animal meurt; immédiatement après la mort, on prend 24 gr. 5 de sang dans la veine cave inférieure, on dose l'urée et on trouve 0 gr. 652 dans 100 grammes de sang, c'est-à-dire $\frac{1}{153}$, dose toxique du sang.

II. — Injection de 35 grammes d'urée sous la peau d'un chien de trois semaines pesant 1 kil. 245 ou $\frac{1}{35}$ du poids du corps; 8 minutes après l'animal se plaint, titube et tombe sur le flanc; il cherche à se relever mais retombe encore.

2 h. 41 m. après l'injection la respiration se ralentit, l'animal se plaint et présente quelques mouvements carphologiques dans les membres antérieurs.

2 h. 55, les respirations deviennent très rares, l'animal se refroidit et succombe.

III. — Chez un chien de 9 kil. 500 on injecte sous la peau 100 grammes d'urée dissous ou $\frac{1}{95}$ du poids du corps, 16 minutes après, l'animal fait des efforts pour vomir; 26 minutes après l'injection les nausées continuent encore pendant 14 m.

1 h. 44 m. après le début de l'expérience, l'animal reste couché sur le flanc, présentant des mouvements convulsifs dans les membres postérieurs; 2 h. 14 m. après l'injection, on prend 19 grammes de sang dans la veine jugulaire; et l'on trouve, pour 100 grammes de sang, 0 gr. 492 d'urée ou $\frac{1}{203}$. L'animal meurt dans la soirée.

Le lendemain on prend du sang dans le cœur, on fait hacher une partie du foie, la rate et les muscles du cœur que l'on soumet à l'action de l'alcool pour doser l'urée; les résultats suivants ont été obtenus :

100 gr.	de sang recueilli après la mort	renfermaient	0gr,6135	d'urée.
—	foie	—	0 580	—
—	rate	—	0 662	—
—	muscle cardiaque	—	0 311	—

Pour calculer la dose dans le sang après la mort nous partons de la proportion $\frac{0\text{gr}.6135}{100\text{ gr.}} = \frac{1}{x}$ d'où : $x = \frac{100}{0,6135} = 163$.

La dose toxique était donc de $\frac{1}{163}$.

Nous avons remarqué constamment à l'autopsie que le tissu cellulaire sous-cutané est œdématié dans les points où l'injection a été faite; en comprimant ce tissu on obtient un liquide qui donne par l'acide nitrique un précipité cristallin abondant de nitrate d'urée : donc l'absorption de l'urée injectée sous la peau est toujours incomplète.

L'expérience précédente démontre que l'urée injectée, après avoir traversé le sang, est fixée en grande quantité dans les différents tissus de l'économie.

IV. — Cette expérience a été faite sur un chien à l'état normal. On dosa la quantité d'urée dans le sang et dans les tissus :

100 grammes de	sang normal	contenaient	0gr,0388 d'urée.
—	foie	—	0, 0235
—	rate	—	0, 0836
—	cœur	—	0, 0538

V. — Injection de 80 grammes d'urée sous la peau du dos et des aisselles d'un chien terrier du poids de 8 kilogr. — Trois heures 5 m. après, le chien est très affaissé, il est couché sur le flanc et ne peut se relever ; 4 h. 37 m. après l'injection, l'animal se plaint et présente un peu d'agitation, une légère diarrhée ; 7 h. 50 m. après, ténesme rectal, la tête soulevée retombe inerte ; 8 h. 15 m., on prend du sang dans la veine jugulaire ; à 8 h. 25 m. la respiration se ralentit et l'agonie commence. A 8 h. — la mort est confirmée. Le dosage de l'urée donne dans 100 gr. de sang 0gr,516 ou $\frac{1}{194}$ dose toxique.

Mesure de la force musculaire.

Nous nous sommes demandés si la force musculaire ou le

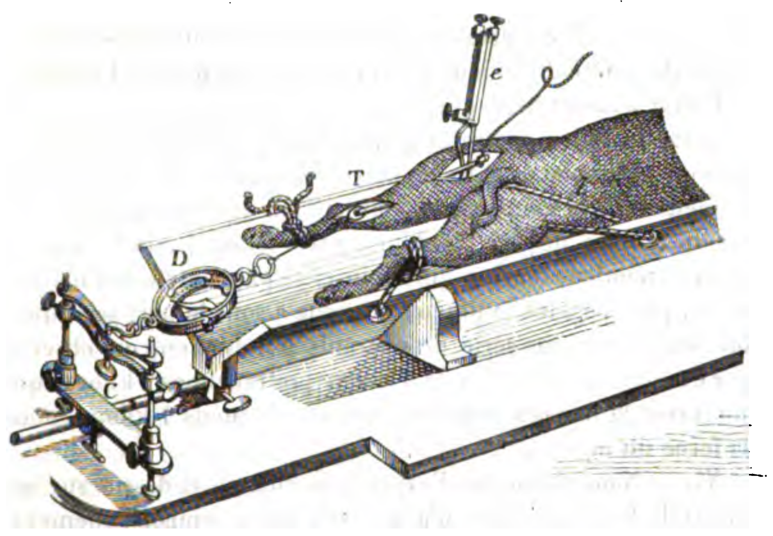


Fig. 1.
e Pince électrique.
T Tendon d'Achille.
D Dynamomètre.
C Support tenseur du dynamomètre.
t Tige en fer rigide fixée à la gouttière.
l Ruban qui fixe le bassin.

poids qu'un muscle peut soulever, est modifié par l'empoisonnement urémique; nous avons disposé pour répondre à cette question un appareil qui est représenté sur la figure ci-jointe : il se compose d'un dynanomètre ordinaire dont l'index inscrit l'effort exercé quand l'instrument est disposé horizontalement; le déplacement des extrémités du ressort recourbé en forme de O, est très faible.

On met à découvert sur un chien fixé sur le ventre dans la gouttière de Cl. Bernard, le nerf sciatique près du rachis, on fait une ligature du nerf et l'on sectionne du côté de la moelle. Par une incision de la peau pratiquée le long du tendon d'Achille, on met à nu le tendon T que l'on isole et dans lequel on introduit deux fils de fer dont les extrémité libres sont tordues avec une pince de manière à former deux anses qui compriment le tendon; l'extrémité libre du tendon est relevée et assujettie au-dessus des anses avec un lien; les extrémités libres des fils de fer sont enroulées sur l'anneau du dynamomètre D, et le crochet opposé de cet instrument est fixé invariablement par un support spécial C qui glisse sur une tige de fer rigide *t* fixée à l'angle inférieur de la gouttière et peut être maintenu absolument fixé par une vis de pression. (Ce support est un appareil contentif de la tête du chien, qui a été imaginé par Cl. Bernard.)

Il faut d'abord fixer avec soin en deux points l'extrémité de la patte du chien contre la gouttière, puis on fixe le bassin en passant obliquement entre les cuisses un ruban *l* que l'on attache solidement à la gouttière. On exerce sur le dynamomètre une légère tension de 1 à 2 kilogr., par exemple, sur le muscle gastro-cnémien, tension qui est inscrite par le style de l'instrument, puis passant la pince électrique *e* sous le nerf sciatique, on l'excite par une série de courants d'induction, on observe par exemple une traction de 9 kilogr.; retranchons 2 kilogr. qui mesurent la tension primitive et nous obtenons 7 kilogr. pour la force du muscle.

VI. — Nous disposons l'expérience comme ci-dessus sur un chien de 13 kilogr. 400, n'ayant subi aucun empoisonnement.

On sectionne le sciatique à 2 heures 28 minutes. Voici les résultats qui ont été obtenus : les excitations faites pendant 2 h. 52 m., de 20 en 20 minutes, ont toutes donné, pour une tension de 1 à 2 kilogr., 5 à 6 kilogr. comme force musculaire.

On pratique la section du bulbe; 4 minutes après la force n'est plus que de 4k,5; 15 minutes après 3k,5, et 20 minutes après 3 kil.; au bout de 30 minutes, la traction est nulle.

On découvre alors le sciatique du côté opposé et on unit le tendon d'Achille de ce côté au dynamomètre. On trouve en excitant le nerf 10 minutes après la section de ce nerf, et 30 minutes après la section du bulbe une force de 6k,5; 17 minutes après la section du nerf, la traction est de 3 kil.

VII. — On intoxique par l'urée un chien du poids de 5 kil. 500, en lui injectant sous la peau 55 gram. d'urée; 4 h. 45 m. après, on découvre le nerf sciatique et le tendon d'Achille.

4 h. 50 m.	après l'injection, la force du muscle gastro-cnémien était de	6 kil.
7 h. 20 m.	après elle était encore de	6 kil.
7 h. 52 m.	—	6 kil.
8 h. 30 m.	—	7 kil.

On fait la section du bulbe, et 24 minutes après cette section, la force du muscle est encore de 5 kil., c'est-à-dire peu différente de la précédente; il en résulte que la fixation de l'urée dans le sang et dans les tissus ne paraît pas déterminer la diminution de la puissance musculaire.

Si nous compàrons les résultats obtenus dans les nombreuses expériences de notre Mémoire à ceux qui ont été publiés par le savant physiologiste M. Paul Bert[1], et qui sont relatifs à l'action des mélanges d'oxygène et d'acide carbonique sur les tissus vivants, nous trouvons la plus grande analogie; nous citons textuellement : « Lorsqu'un animal respire dans un milieu confiné où l'oxygène ne lui fera pas défaut, la tension croissante de l'acide carbonique qu'il excrète maintient dans son sang artériel une proportion croissante aussi du même gaz. Un équilibre analogue s'établissant entre le sang et les tissus où se trouve la véritable source de l'acide carbonique, le gaz s'emmagasine graduellement dans l'organisme tout entier. Le sang arrive, dans ces conditions, à se charger d'une quantité énorme d'acide carbonique; nous y avons trouvé jusqu'à 116,6 volumes pour 100 vol. de sang artériel, et 120,4 pour 100 vol. de sang veineux au moment de la mort. Cette dernière proportion s'approche de la saturation.

[1] La pression barométrique, par P. Bert, page 1001.

« Les tissus se montrent à l'analyse d'autant plus riches en Co^2, qu'ils renferment plus de sang ; les reins et le foie, organes très vasculaires, contenaient pour 100 volumes, 62 et 64 vol. d'acide carbonique ; les muscles en avaient 42 ; le cerveau 28 seulement. »

Au moment de la mort, le sang contient un poids $\frac{1}{120}$ d'acide carbonique ; cet acide est donc plus toxique que l'urée dont la proportion dans le sang atteint $\frac{1}{162}$, chiffre calculé d'après nos expériences.

Tandis que les poumons excrètent l'acide carbonique, les reins excrètent l'urée, et ces deux fonctions sont aussi indispensables l'une que l'autre pour la conservation de la vie. Si un trouble survient dans la fonction des reins, si l'urée s'accumule dans le sang, les accidents urémiques se produisent ; il paraît rationnel de diminuer alors les aliments azotés qui augmentent la production de l'urée et de faire prendre surtout aux malades des aliments amylacés empruntés au règne végétal, dont l'usage abaisse considérablement le chiffre de l'urée excrétée en 24 heures.

Recherche de l'ammoniaque dans le sang.

Dans le but de découvrir si les accidents produits à la suite des injections d'urée avaient pour cause la présence des sels ammoniacaux développés dans le milieu intérieur, nous avons distillé le sang dans le vide et à la température de 40°.

Voici le dispositif que nous avons adopté : l'appareil se compose d'un ballon B à deux ouvertures ; par l'une pénètre un tube en plomb muni d'un robinet *r* ; l'autre est en communication avec un tube entouré du réfrigérant *mn*, ce tube est mis en rapport avec un tube de plomb enveloppé d'un second réfrigérant *m'm'*, ce dernier tube plonge dans un flacon vide F et nettoyé avec un soin extrême ; un second flacon *f* communique avec le premier à l'aide d'un tube barboteur en verre recourbé, et de plus est en relation avec un tube en caoutchouc C très épais, lequel s'adapte à une pompe à mercure ; le dernier flacon *f* contient du réactif de Nessler.

L'appareil étant disposé comme l'indique la figure ci-contre, on ferme le robinet *r*, on met en communication le tube C avec la pompe à mercure, on fait passer l'eau dans les réfrigérants et l'on plonge le ballon B dans un bain d'eau à 40°, les flacons

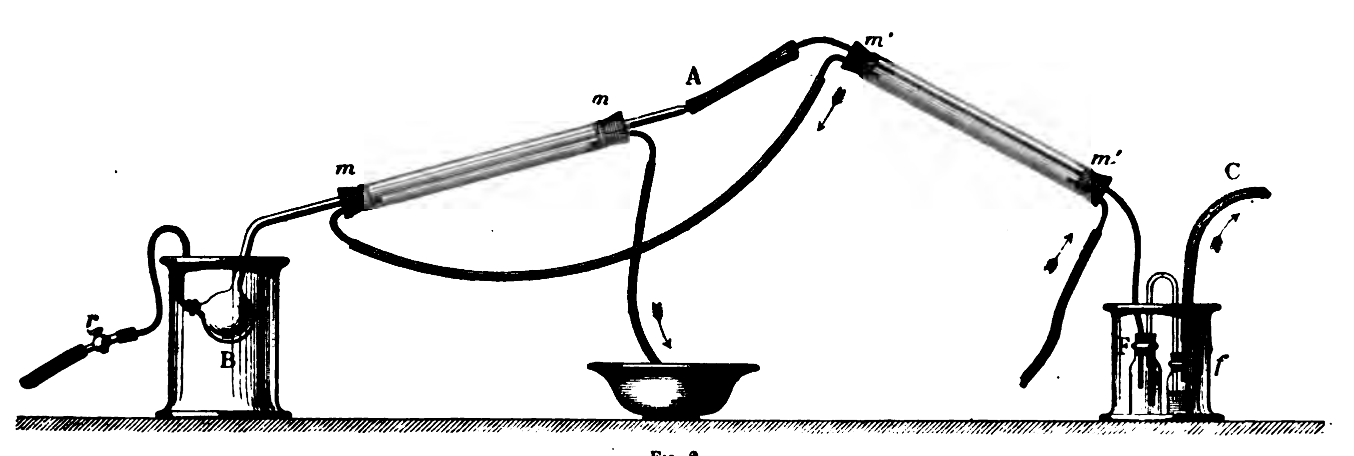


FIG. 2.

r Robinet par lequel entre le sang qui doit distiller. — B Ballon en verre destiné à recevoir le sang. — *mn*, *m'm'* Réfrigérants. — F et *f* Flacons en verre recevant le liquide distillé. — C Tube en caoutchouc s'adaptant à la pompe à mercure. — Les flèches indiquent la direction des courants d'eau des réfrigérants.

f et F dans de l'eau froide qui fait fermeture hydraulique. Le vide partiel étant fait, on prend à l'animal du sang que l'on introduit, grâce au vide dans le ballon B; on achève de faire le vide absolu, ce qui est indiqué par l'absence de barbotage dans le flacon *f*. Lorsque la mousse du sang est brisée, on vide le réfrigérant *mn*, et presque aussitôt on voit des gouttelettes de liquide tomber dans le flacon F. Le sang commence à distiller. On traite ce liquide par le réactif de Nessler, préalablement vérifié à l'aide de traces d'AzH^3.

Dans une série de recherches de ce genre, le réactif de Nessler n'a jamais présenté la couleur jaune-orange dénotant la présence de l'ammoniaque.

Élimination de l'urée injectée dans le sang.

Le *modus faciendi* est le suivant : On introduit dans l'organisme d'un chien une solution d'urée; préalablement on a évalué la dose physiologique dans le sang de l'animal; toutes les heures on fait une prise de sang dans la même veine jugulaire, puis on fait les dosages d'urée d'après les règles exposées dans notre Mémoire (1).

Première Expérience. — Le 28 mai, sur un chien pesant 25^{k}970, on prend du sang à 3 heures 3 minutes; 17 minutes après on injecte lentement dans la veine Saphène 20 grammes d'urée dans 49^{cc} d'eau; le chien qui était agité se calme pendant un quart d'heure environ, puis il aboie de nouveau.

L'analyse chimique montre les chiffres suivants :

Urée contenue dans 100 grammes de sang :

A l'état physiologique		0,047
Un quart d'heure après l'injection		0,132
1 h. 1/4	—	0,090
2 h. 1/4	—	0,075

Le 6 juin, l'animal reste couché, ses forces ont beaucoup diminué. On lui prend par la jugulaire 11 grammes de sang qui donnent par l'analyse 0^{gr},042 0/0. Ces chiffres démontrent que l'urée ne reste pas longtemps à un taux élevé dans le torrent circulatoire et qu'elle s'élimine assez rapidement. Néanmoins l'animal est mort dix à onze jours après l'injection, bien que

(1) Gréhant et Quinquaud, *loco citato*.

quatre à cinq jours au moins avant la mort la dose d'urée fut normale.

Le poids du sang étant de $\frac{1}{14}$ du poids du corps, ce chien possède 18 hectogr. 5 de sang qui ont reçu 20 grammes d'urée ou par hectogramme $\frac{20}{18,5}$ =1gr,08 d'urée, on n'a trouvé qu'un accroissement de 0,085 milligr., c'est-à-dire 12,7 fois moins. Qu'est donc devenue ce qui manque d'urée? Nos analyses précédentes nous permettent de répondre à cette question : l'urée est fixée par les divers tissus.

IIe *Exp.* — Le 9 juin, on injecte 25 grammes d'urée dans la veine saphène d'un chien du poids de 11 kilogr. Avant l'injection on prend dans le cœur droit 12 grammes de sang dans lequel on dose l'urée à l'état physiologique; dix minutes après on prend la même quantité, puis toutes les heures on aspire la même quantité de sang par la veine jugulaire; trois heures et demie après l'injection, l'animal vomit et succombe le lendemain matin.

Voici les résultats de l'analyse :

Urée contenue dans 100 cent. cubes de sang :

Quantité d'urée à l'état normal			0,039
—	10 minutes après l'injection		0,200
—	45 minutes	—	0,196
—	1 h. 17 minutes	—	0,198
—	1 h. 50 minutes	—	0,180
—	2 h. 50 minutes	—	0,136
—	4 h. 3 minutes	—	0,134

L'élimination se fait ici moins rapidement que dans l'expérience I; la dose plus considérable qui existe dans le sang et dans les tissus en est la principale cause.

IIIe *Exp.* — Le 30 juin on injecte 12 gr. d'urée dans la veine saphène d'un chien pesant 8 kilogr. 400 gr. On prend du sang normal avant l'injection; 16 minutes après, nouvelle prise de sang que l'on renouvelle toutes les heures environ.

Les analyses de ces divers sangs donnent les résultats suivants :

Urée dans 100 cent. cubes de sang :

Sang normal		0gr,041
13 minutes après l'injection		0, 106
2 h. 51'	—	0, 065
3 h. 16'	—	0, 042

Dans cette expérience, l'élimination s'est faite rapidement, parce que la dose maxima trouvée dans le sang est bien inférieure à celle de l'expérience II.

Recherche de la dose toxique chez l'homme.

Nos nombreuses expériences montrent que la dose toxique chez les animaux est de 0 gr. 516, 0 gr. 652, 0,666 milligr. Y a-t-il chez l'homme dans les cas d'accidents urémiques des doses comparables? Nos analyses permettent de répondre par l'affirmation. En faisant des dosages peu de temps avant la mort, nous avons trouvé 0 gr. 410 millig. d'urée pour 100 gr. de sang dans un cas d'anurie. C'est là un chiffre qui se rapproche beaucoup de ceux qui ont été observés chez nos animaux en expérience.

Dans un autre exemple d'anurie non mortelle, nous avons déterminé une dose toxique qui était de 0 gr. 210 milligr. 0/0. Ces chiffres bien qu'inférieurs aux précédents offrent néanmoins un grand intérêt au point de vue du pronostic, puisqu'ils tendent à montrer que cette dose peut être compatible avec la vie.

Observation I. — Anurie. Dose toxique. Mort.

Le nommé A. Des., âgé de 76 ans, est entré à la salle Labric, n° 3 (Infirmerie de la Maison de retraite des Ménages), au mois d'avril 1884.

Cet homme raconte qu'il éprouve des douleurs dans la région lombaire depuis quelques années; qu'il a eu plusieurs fois des coliques néphrétiques, surtout accusées à gauche; qu'il a rendu des graviers avec hematurie. Son père, dit-il, avait eu la goutte et des coliques hépatiques, il aurait succombé à une affection du foie. Lui-même a aussi éprouvé des douleurs dans le gros orteil droit, mais depuis une vingtaine d'années il n'a ressenti aucun malaise articulaire et, sauf ce qu'il appelle son lumbago chronique, sa santé était assez bonne. Cependant depuis un an il éprouve de temps à autre de grands frissons se répétant tous les deux ou trois mois; le malade pense qu'il s'agit là d'un reliquat d'impaludisme pris autrefois en Afrique, où il est resté trois ans comme soldat.

Quoiqu'il en soit, son état était satisfaisant, quand il fut tout surpris de ne pas uriner; il faisait des efforts tout à fait infructueux pour uriner; l'interne de garde le sonda plusieurs fois et trouva la vessie en état de vacuité; il était évident qu'il s'agissait d'anurie, mais quelle en était la cause?

En remontant dans son passé, nous apprenons qu'il a rendu des calculs avec hématurie, et le diagnostic s'imposait; nous avions affaire à un cas de lithiase urinaire qui avait déterminé un obstacle au cours de l'urine.

Le septième jour après le début, le malade eut pendant une partie de la nuit des nausées qui furent suivies le lendemain de vomissements bilieux.

Le neuvième jour, signes d'embarras gastrique t. r. 36°9; légère diarrhée, vomissements; dans la nuit subdelirium; le malade est affaissé, la respiration est entrecoupée et irrégulière; toutefois il n'existe pas d'arrêt connu dans le type classique Chyne-Stokes.

Le dixième jour de la maladie, Av. Des. devient somnolent, reconnaît à peine les personnes qui l'entourent, t. r. 36°8. L'analyse chimique du sang démontre qu'il renferme 0,410 millig. d'urée pour 100 gr. de sang.

Le onzième jour, le malade a perdu connaissance, éprouve quelques contractions fibrillaires dans les deux cuisses, et le douzième jour, incontinence des matières fécales, il succombe dans la journée.

L'autopsie démontre une atrophie scléreuse du rein gauche, avec calculs dans les calices et les bassinets. L'uretère droit est oblitéré à 2 centimètres des bassinets par un calcul; le rein du même côté est congestionné.

Obs. II. — Accès d'urémie dans un cas de néphrite interstitielle.

La nommée Meyer, âgée de 65 ans (Infirmerie de la Maison de retraite des Ménages), entre le 28 février 1884, salle Léger, n° 5.

Cette femme se portait assez bien jusqu'au 27 février; ce jour-là elle fut prise d'un demi-coma (temp. vag., 37.9) suivi de mutisme absolu, de vomissements; pas de céphalalgie; pas trace de paralysie.

En pinçant la malade, en l'excitant, on peut avec peine la tirer de sa somnolence; léger bruit de galop, cœur hypertrophié. — Constipation. — Les urines sont claires, peu abondantes, et renferment de l'albumine, tandis qu'elles étaient abondantes antérieurement. — Traitement : 1 bouteille d'eau de Sedlitz, ventouses sèches, injection sous-cutanée d'éther.

Le jeudi 1er *mars*, t. vag., 36°5, pouls, 84, respiration, 28.

Pas trace d'œdème. Elle répond par signes aux questions qu'on lui adresse; elle a reconnu ses parents. A l'auscultation on entend quelques râles sous-crépitants aux deux bases. Bruits du cœur, sourds, sans souffle ni à la pointe ni à la base. — Respiration humide, emphysémateuse. — Langue sèche. — Pouls intermittent. — Radiale sinueuse, sclérosée. Première analyse du sang, le dosage est fait d'après notre méthode (1) et dénote 0 gr. 160 milligr. d'urée dans 100 gr. de sang au lieu de 0 gr. 018 mill., chiffre normal.

Le 2 *mars*, t. vag., 38. L'albumine persiste. Les urines sont peu abondantes, 280 gr. en 24 heures. Depuis 8 à 10 jours la malade avait des sueurs abondantes et était obligée de changer de chemise plusieurs fois pendant la nuit.

Deuxième analyse de sang : 100 gr. de sang renfermant 0,210 milligr. d'urée.

Le 3 *mars*, t. vag., 37°4; urine, 500 gram.

Le 5 *mars*, t. vag., 36°2; les urines augmentent un peu de quantité et s'élèvent à 600 gr. en 24 heures.

Le 8 *mars*, t. vag., 36°7; urines, 1,200 grammes.

Le 9 *mars*. Urines, 1,500 gr. L'albumine a complètement cessé; le mutisme a disparu depuis hier; la malade répond aux questions qu'on lui adresse.

Elle sort de l'infirmerie le 9 avril.

(1) M. Quinquaud, *Moniteur scientifique*, 1880.

Dosage de l'urée dans le sang : 100 gr. de sang renferment 0,025 milligr. d'urée.

Remarque. — Il s'agit donc ici d'un accès d'urémie à physionomie clinique un peu spéciale, dont le diagnostic a été surtout établi par l'examen chimique du sang.

CONCLUSIONS.

Nos nombreuses expériences sur les grenouilles, les cobayes, les lapins et les chiens, démontrent les faits suivants :

1° L'urée pure est un poison qui détermine, à doses suffisantes, des accidents convulsifs et la mort, laquelle survient après un temps variable dépendant de la dose employée.

2° La dose toxique mortelle est chez le lapin de $\frac{1}{154}$ par rapport au sang, et chez le chien, elle est de $\frac{1}{153}$, $\frac{1}{203}$, $\frac{1}{194}$.

3° La fixation de l'urée dans les tissus et dans le sang ne paraît pas déterminer une diminution de la puissance musculaire.

4° Les accidents produits par l'urée ne sont pas dus à la présence de l'ammoniaque dans le torrent circulatoire.

5° Quand on injecte de l'urée dans le sang, ou quand on fait des injections sous-cutanées d'urée en solution, les tissus fixent de grandes quantités d'urée.

6° Les doses toxiques chez l'homme sont tout à fait comparables à celles que nous avons trouvées chez les animaux. La physiologie et la clinique plaident dans le même sens : l'urée est un poison et la dose toxique peut en être exactement déterminée.

MÉMOIRE

SUR

L'UTÉRUS ET LES TROMPES

Par M. O. CADIAT
Professeur agrégé à la Faculté de médecine.

(PLANCHES XXVI A XXIX.)

DÉVELOPPEMENT DES TROMPES ET DE L'UTÉRUS. — CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.

Le développement des trompes de l'utérus et même du vagin, dont nous avons à traiter dans ce mémoire, se fait au dépens de conduits, qui apparaissent de bonne heure chez l'embryon. Ce sont les conduits dits de Müller, du nom de l'anatomiste allemand, qui les a signalés le premier.

Avant de décrire ces conduits de Müller, quelques mots d'explication sont nécessaires sur le développement des organes génitaux en général.

Avant le canal de Müller, apparaît le conduit de Wolff, au deuxième jour de la vie embryonnaire, chez le poulet. Ce conduit marque la première apparition des organes génitaux. Le conduit de Wolff une fois formé, descend verticalement dans l'épaisseur du feuillet moyen, où il s'est formé, de chaque côté des protovertèbres. Au bout de peu de temps, il donne des branches transversales qui, ne pouvant s'étendre, se replient et se contournent comme des tubes glandulaires. Ces tubes se mettent, en outre, en rapport avec des pelotons vasculaires formés par des rameaux capillaires issus de branches artérielles, qui naissent de l'aorte. Ainsi se forment les glomérules des corps de Wolff, analogues à des reins ou reins primitifs. Le corps de Wolff se développe rapidement et forme une saillie allongée de chaque côté des protovertèbres, ayant à peu près la forme d'une gousse de haricot. Sur une coupe transversale, la section de ce corps fait saillie de chaque côté des protovertèbres dans la cavité pleuro-péritonéale. En se développant, la saillie du corps de Wolff repousse devant elle l'épithélium de la fente pleuro-péri-

tonéale ; cet épithélium, qui est prismatique et très peu développé dès son apparition, couvre tout d'abord la saillie du corps de Wolff, tandis que, sur les autres régions de cette fente, cet épithélium tend à s'aplatir, pour prendre la forme de l'épithélium des séreuses. Sur l'éminence génitale, les cellules deviennent prismatiques et allongées. La couche, qui constitue cet épithélium, s'épaissit peu à peu et finit par former, ce que Waldeyer a appelé l'épithélium germinatif. L'augmentation de volume du corps de Wolff sépare ce revêtement épithélial en deux portions, comme une enveloppe trop étroite, qui se séparerait en deux de telle façon que *l'éminence génitale* se décompose en trois régions : une interne, en rapport avec le mésentère, qui donnera naissance au testicule ou à l'ovaire ; une moyenne, à épithélium mince, une externe, où sera le canal de Müller.

Les canaux de Müller, ayant une grande importance dans l'histoire du développement des trompes et de l'utérus, nous devons en faire une étude complète. D'après Waldeyer, sur la face externe de l'éminence génitale, se forme un pli longitudinal de l'épithélium de revêtement. Ce pli, représentant une involution épithéliale, se forme en canal par son extrémité inférieure et reste ouvert supérieurement dans la cavité pleuro-péritonéale, comme une sorte de cornet s'enfonçant, par sa pointe, dans le feuillet moyen de l'éminence génitale, et ouvert par sa base latéralement. Waldeyer fixe au cinquième jour, le début du canal de Müller, sur le mouton ; mais il m'a semblé que la figure de l'auteur allemand n'était pas exacte. En effet, j'ai observé alors que débute le canal de Müller, sur le mouton, l'éminence génitale était beaucoup plus développée que ne le figure Waldeyer, lors de l'involution épithéliale, qui indique l'origine de ce conduit et, ce qui prouve encore que cette époque d'apparition du conduit de Müller chez le mouton est assez précoce, c'est qu'il figure très clairement cette formation sur un embryon de poulet de quatre jours. Or, l'embryon de poulet évolue en trois semaines et le mouton en quatre mois.

Peu à peu ce cône épithélial, qui constitue le canal de Müller après son involution, s'allonge par son extrémité inférieure. Il se creuse une cavité centrale et ainsi se forme le canal de Müller. Le canal de Müller deviendra la trompe chez la femelle. On sait que ce conduit, par l'orifice externe de la trompe et les plis du

pavillon, communique avec le péritoine. C'est la reproduction de la disposition du conduit de Müller, qui s'ouvre supérieurement dans la cavité pleuro-péritonéale, pour former plus tard le pavillon de la trompe ouverte dans la cavité du péritoine; seulement il faut ajouter que l'épithélium du péritoine et celui des pavillons sont absolument différents. Les deux canaux de Wolff et de Müller descendent de plus en plus et viennent s'ouvrir dans le cloaque, de telle façon que le conduit de Wolff est en avant et le conduit de Müller en arrière. Chez le mâle, les conduits de Müller s'atrophient à une époque assez tardive du développement. Les conduits de Wolff persistent chez le mâle, sous la forme du canal déférent. Par contre ils s'atrophient chez la femelle, où ils sont représentés, seulement dans quelques espèces de ruminants, par les canaux de Gartner. Chez le mâle, les conduits de Müller s'atrophient, ils s'unissent par leur extrémité inférieure, pour former une cavité commune, située au milieu de la prostate, qui est l'utricule prostatique. Or, suivant les espèces animales, cet utricule a des formes variables, qui rappellent, plus ou moins, celles de l'appareil utérin de la femelle (voy. art. Développement de l'urèthre, *Journal d'anatomie*, mai 1884). Inversement chez la femelle, les conduits de Müller persistent pour former la trompe. Ces deux tubes se soudent l'un à l'autre, avant de s'ouvrir dans le cloaque, mais dans une étendue plus ou moins grande, suivant les espèces animales. Ainsi, quelquefois, il existe un vestibule commun aux voies génitales et urinaires, comme chez la femme et la femelle des singes. Puis viennent, chez la plupart des mammifères, un vestibule commun, un vagin et plus loin un vagin et deux utérus (voy. Anatomie comparée). Enfin chez les plus inférieurs des mammifères, un vestibule commun, deux vagins et deux utérus. Dans les anomalies de développement des organes génitaux de la femme, cette anomalie d'un vestibule, de deux vagins et de deux utérus, est assez commune du moins chez les embryons, puisque dans l'espace d'une année, nous l'avons trouvé chez trois embryons humains femelles, l'un de quatre mois, les deux autres environ de cinq à six mois. Tous les trois présentaient la même disposition, un vestibule unique, deux hymens, deux vagins et deux utérus. Ces anomalies consacrent les découvertes de l'embryogénie; à savoir que les canaux de Müller forment bien, chez la femelle, les trompes,

l'utérus, le vagin et que les conduits de Müller s'arrêtent à la cloison de l'hymen. Chez l'oiseau, l'oviducte, qui représente, chez cet animal, le conduit de Müller, s'atrophie du côté gauche.

Aussi nous voyons que l'appareil génital et urinaire primitif, ramené à sa plus simple expression, se compose : 1° du cloaque, cavité où viennent s'ouvrir l'intestin, les voies génitales, les canaux de Müller et de Wolff, puis l'allantoïde, avec les uretères et la vessie ; le cloaque est formé par un enfoncement du feuillet externe (voir *du Cloaque* (Cadiat), t. I, p. 124 et 125, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1873).

2° Des canaux de Müller, provenant de la fente pleuro-péritonéale et se soudant entre eux dans une étendue plus ou moins grande, suivant l'espèce animale, pour former la matrice.

Le cloaque correspond au vestibule des voies génitales ou vulve, à l'urèthre, dans toute la portion pénienne et bulbaire et à l'anus, jusqu'à la ligne des godets de Morgagni.

Développement ultérieur de l'utérus et des trompes.

Au début, les conduits qui constituent les trompes, l'utérus et le vagin, sont à l'état de couches épithéliales, jusqu'à une époque très primitive du développement. Aussi, sur le mouton, long déjà de 2 centimètres, c'est-à-dire âgé de trois semaines (voy. pl. XXVI), l'intestin a une muqueuse très bien dessinée et une couche musculaire. Le cloaque génital est muni d'une couche épaisse de mésoderme, mais dans les parties inférieures de l'embryon, il n'y a plus de conduits épithéliaux. Avant d'arriver à leur état de développement complet, ces conduits doivent acquérir une muqueuse et une membrane musculaire. Au troisième mois, chez l'embryon humain, il n'y a pas encore de délimitation entre le conduit vaginal et le conduit utérin. C'est dans le quatrième et cinquième mois, que l'utérus commence à se délimiter. Avant même le troisième et le quatrième mois, il se forme, à l'endroit qui deviendra plus tard l'orifice externe, un renflement annulaire, à peine accusé, qui se transformera, dans les derniers mois, en portion vaginale du col utérin. D'après mes propres observations, contrairement aux auteurs allemands, à quatre mois déjà, le vagin a des plis nombreux et des papilles très accusées et il existe un museau de tanche de plus de 4 millim. de longueur. Un emrbyogéniste allemand, Thietsch, a donné le

nom de cordon génital à une sorte de système anatomique, dans lequel entrent quatre canaux : les deux canaux de Wolff et les deux canaux de Müller. Ces canaux, réunis dans un faisceau commun, sont entourés d'une gaîne de tissu embryonnaire du feuillet moyen. Chez le mâle, les canaux du corps de Wolff deviennent canaux déférents et, chez lui, les canaux de Müller disparaissent des parties supérieures et se réduisent à l'utérus mâle, qui persiste.

Sur une coupe d'embryon de mouton de 2 centimètres de long, on voit successivement l'intestin, avec un début de mésentère, puis, dans un même système, les deux conduits de Müller, avec une lumière étroite. Sur un embryon humain de 2 centimètres et demi de longueur, par conséquent de moins de trois mois, on trouve tout à fait dans les régions les plus inférieures de la partie caudale de l'embryon, une cavité commune assez large, triangulaire, à sommet tourné en avant avec des parois épaisses et une couche épithéliale formée d'épithélium pavimenteux. Un peu au-dessus, il y a séparation des deux cavités: une intestinale et une uro-génitale (voy. pl. XXVI, fig. 7 et 8). Plus haut (fig. 10), l'utérus est parfaitement délimité, avec une muqueuse et une couche musculaire.

Si nous laissons de côté l'intestin, pour ne traiter que la portion génitale, sur une coupe, comprenant à la fois l'utérus et le vagin, on trouve que l'utérus a déjà $2^{mm},5$ de diamètre. Le vagin présente des plis tranversaux très accusés, surmontés de papilles très longues avec un épithélium pavimenteux très épais. La muqueuse est aussi très épaisse. En dehors de cette couche, il existe une couche musculaire transversale et longitudinale. Sur le même embryon, on voit, sur une coupe très inférieure, la vulve, avec une muqueuse très épaisse, formant des plis très accusés et des vaisseaux nombreux. En dehors de cette muqueuse, se trouve le sphincter de la vulve, ou constricteur du vagin, formé de fibres musculaires striés et, en dehors du sphincter, des vaisseaux très volumineux, représentant le tissu érectile du bulbe du vagin.

L'utérus, étudié à un fort grossissement, présente trois couches : une membrane muqueuse épaisse, remplie de vaisseaux, et dans laquelle on aperçoit déjà le début des utricules glandulaires, contrairement à l'opinion de M. de Sinéty,

acceptée par M. Legay, qui fait remonter l'apparition des glandes utérines, seulement à l'époque de la naissance. Or, j'ai vu à deux mois et demi, sur l'homme, des glandes sur le col et sur le corps de l'utérus. La muqueuse a une épaisseur de $0^{mm},17$, et la couche musculaire $0^{mm},27$ d'épaisseur; elle est déjà formée de deux couches : une couche de fibres plexiformes et longitudinales, et une couche externe circulaire, avec un grossissement assez fort de 150 diamètres; on voit nettement des culs-de-sac glandulaires, tapissés d'un épithélium cubique, s'enfoncer déjà dans la muqueuse.

Dans la formation du cloaque et de l'allantoïde, à dater du moment, où les feuillets internes et externes sont en communication, le phénomène que nous avons signalé sur la région du pharynx, se produit sur l'extrémité postérieure de l'embryon, et on assiste progressivement, sur des préparations successives, à une transformation de l'épithélium du feuillet interne, en épithélium du feuillet externe.

En résumé, l'allantoïde commence à se développer, par un reploiement de l'extrémité postérieure de l'embryon, entraînant le feuillet interne. En même temps, que se fait le reploiement du feuillet interne, du côté opposé, un enfoncement ectodermique s'enfonce de plus en plus, dans l'épaisseur du feuillet moyen, et quand cette dépression épithéliale passe à l'état de bourgeons pleins, elle fait saillie dans la cavité allantoïdienne, (Formation du cloaque chez le poulet. *Comptes rendus*, tome LXXXVI, page 836) lorsque l'embryon atteint un certain degré de développement. Ainsi, quand l'embryon de mouton atteint 2 centimètres de longueur, on peut voir, sur une coupe longitudinale, passant en dehors du plan diamétral antéro-postérieur, un canal de Müller presque au contact de la paroi du cloaque génito-urinaire, encore indivise à cette époque et rempli d'épithéliums ectodermiques oblitérant l'ouverture cloacale. Les auteurs allemands, cités par Kœlliker, ont longuement discuté la genèse de l'utérus et du vagin. Cependant, il semble, qu'en se tenant à la simple observation des faits, à la constitution des parties sur l'animal, éclairée par l'étude méthodique du développement de ces organes, il n'y ait pas de discussion possible. Rathke prétend que la paroi postérieure du sinus uro-génital, c'est-à-dire la partie de la vessie primitive,

qui reçoit les canaux de Wolff et de Müller, s'accroît pour devenir un cul-de-sac, à l'extrémité duquel les canaux de Wolff et de Müller s'aboucheraient.

C'est admettre, que ces conduits sont formés par une involution du feuillet externe, car on sait que le cloaque, que ces auteurs appellent sinus uro-génital, est une dépendance de l'ectoderme; il suffit pour s'en convaincre de voir la texture de la vulve. Inutile de discuter de telles erreurs. Bischoff imagine une autre hypothèse : que le vagin naîtrait du sinus uro-génital. D'après Thietsch, les canaux de Müller se soudent à leurs extrémités inférieures, avant d'entrer dans le sinus uro-génital et forment un cordon quadrangulaire à angles arrondis, le cordon génital, dans lequel on trouve les deux canaux de Wolff et les deux canaux de Müller. Chez l'embryon femelle, les canaux de Müller se soudent de bas en haut et forment un seul canal, qui devient plus tard le vagin et le corps de l'utérus.

Les trompes, l'utérus, le vagin et les conduits de Müller s'arrêtent à la cloison de l'hymen. La vulve est le cloaque, chez la femelle. Comme démonstration de ce fait, nous donnons la figure d'un embryon humain femelle de quatre mois (pl. XXVII, fig. 20), chez lequel la vulve est partagée en deux, par une cloison verticale, et de chaque côté de cette cloison, se trouvent deux orifices étroits. Ce sont les orifices de l'hymen, auxquels correspondent deux vagins et deux utérus. C'est la trace de la période embryonnaire dans laquelle les deux conduits de Müller s'ouvrent dans le cloaque génital. Nous trouvons déjà chez l'embryon du mouton femelle de 2 centimètres de long, deux conduits accolés au voisinage de leur union.

Sur un mouton de 2 centimètres, une coupe passant sur l'extrémité inférieure, montre au niveau du cloaque, en avant, le clitoris avec la gouttière uréthrale; plus en arrière, le cloaque et un tube épithélial, faisant saillie dans cette cavité en repoussant sa paroi.

A la partie inférieure, les conduits de Müller se sont soudés par un conduit unique pour former le vagin, et ce conduit aboutit au cloaque génital; la vulve future de l'adulte est séparée, seulement à cette époque, par une couche épithéliale, représentant l'hymen.

Sur une coupe longitudinale d'un embryon de mouton plus

avancé, de 3 centimètres, on voit la disposition du cloaque; en avant le pénis, la gouttière uréthrale aboutissant à une vaste cavité, où aboutissent deux conduits; en arrière, la vessie avec un prolongement uréthral. L'extrémité inférieure de l'orifice de ce conduit est bouchée par un amas de cellules épithéliales polyédriques provenant de l'ectoderme; en arrière se trouve un conduit étroit, l'intestin. Sur une coupe longitudinale, en dehors de la ligne médiane (pl. XXVI, fig. 1), on voit un conduit de Müller arrivant jusqu'au cloaque.

Sur un embryon humain femelle, l'utérus et le vagin sont encore bien plus développés; l'utérus a un diamètre de $1^{mm},85$. L'épaisseur de la muqueuse est de $0^{mm},32$, et celle de la tunique musculaire, $0^{mm},40$.

Les diverticules de la muqueuse utérine, en voie de formation, commencent à se développer, puis peu à peu, ils prennent la forme des follicules de la muqueuse utérine, à la naissance. Le vagin a $1^{mm},90$ de large, près de 2 millimètres de diamètre.

Kœlliker et les auteurs allemands placent la séparation du conduit utérin et du conduit vaginal, au troisième mois.

Cette époque est trop tardive, car j'ai dessiné un embryon femelle de trois mois et demi, chez lequel l'utérus était déjà volumineux, muni de parois épaisses et bien distinctes du vagin; mais à cette époque, il n'y avait encore pas de différence entre le col et le corps de l'utérus.

Si l'on étudie cet embryon humain femelle de 13 centimètres, c'est-à-dire de 4 mois, par coupes successives, on trouve un utérus très avancé, dans son développement.

Son diamètre transversal est de 6 millimètres. La cavité de cet utérus est tapissée par une muqueuse distincte de la couche musculaire, laquelle est tapissée par un épithélium cylindrique et elle renferme dans son épaisseur des follicules, ayant déjà l'aspect, pour beaucoup d'entre eux, qu'ils auront plus tard chez l'adulte. Le vagin présente des dispositions anatomiques très intéressantes; son diamètre transversal atteint 8 millimètres. La muqueuse est munie de papilles très longues relativement à ce qu'elles seront plus tard chez l'adulte, avec un tissu parsemé encore de noyaux embryo-plastiques et de matière amorphe (fig. 28, pl. XXVIII). Les fibres lamineuses ne sont pas encore formées à cette époque; dans l'intérieur de ces papilles, il

sont tapissées existe des capillaires très fins à une seule paroi. Ces papilles par un épithélium pavimenteux, qui a tous les caractères de l'épiderme. En contact avec la surface de la papille, se trouvent de petites cellules prismatiques, et peu à peu, en se rapprochant de la surface libre, on trouve les cellules aplaties, encore munies d'un noyau et se rapprochant un peu, par leurs caractères, des cellules cornées de l'épiderme.

Sur un embryon humain de 16 centimètres, correspondant à trois mois et demi, l'utérus a 8 millimètres de long, le col $2^{mm}1/2$, et la coupe $5^{mm},5$. Cet utérus, fendu sur la ligne médiane, montre que toute la région cervicale est occupée par l'arbre de vie, qui part de l'orifice externe du col, monte jusqu'au corps et donne deux branches allant dans la direction des orifices des trompes. Sur le parcours du col, il donne des ramifications très élégantes, qui constituent les plis transversaux de la muqueuse utérine. L'arbre de vie n'est jamais mieux dessiné qu'à cette époque (voy. pl. XXVI, fig. 5 et fig. 6).

L'utérus d'un embryon de 26 centimètres de longueur présente un développement extraordinaire, ce qui doit correspondre probablement, au tempérament génital de la femme. Il est presque aussi long que l'utérus à sa naissance, sa longueur totale est de 25 millimètres, le col a 10 millimètres, et le corps 46 millimètres. Les ovaires ont 25 millimètres de longueur, et la trompe 40 millimètres. Sur cet utérus aussi, les branches de l'arbre de vie, se prolongent presqu'aux orifices des trompes (pl. XXVI, fig. 2).

Comparativement, l'utérus d'un embryon à la naissance a seulement 30 centimètres de long, 25 pour le corps et 5 pour le col.

Enfin, sur un embryon humain femelle de 20 centimètres, l'utérus a $13^{mm},5$ de long, le col $3^{mm}1/2$, l'ovaire $1^{m},5$, et la trompe 25 millimètres (fig. 4).

Passons à l'étude d'un embryon humain femelle de deux mois et demi. Il existe encore à cette époque, dans les régions, un cloaque, commun pour les voies génitales, urinaires et intestinales (fig. 7, pl. XXVI).

Plus haut, se fait une séparation déjà très accusée. Il existe au-dessus de ce cloaque, la vessie et l'urèthre, et en arrière un

cloaque pour les voies génitales. Plus haut, on trouve un vagin très bien développé avec une muqueuse et une couche musculaire (fig. 8, pl. XXVI).

Sur une coupe assez élevée, par contre, l'utérus n'est pas encore formé, il est à l'état de conduits de Müller, à un certain niveau près de se souder, et plus haut ces canaux sont distincts (fig. 9, pl. XXVI).

Sur un embryon humain d'un peu plus de 3 centimètres, de près de trois mois, l'utérus possède une membrane muqueuse encore dépourvue de glandes (pl. XXVI, fig. 11), mais avec un épithélium prismatique et des vaisseaux très volumineux; la vulve est déjà bien formée. Il existe une couche musculaire, sur deux couches de fibres longitudinales et de fibres transversales. Enfin la coupe de la trompe de Fallope, à cette époque, présente une couche musculaire épaisse et des plis très réguliers et dispersés sur les coupes d'une façon élégante, tapissés d'un épithélium cylindrique (pl. XXVI, fig. 13).

Sur la planche XXVI, se trouvent représentées les préparations d'un embryon femelle d'environ 3 mois. La figure 12 représente une coupe de l'utérus, ou une muqueuse épaisse très vasculaire et avec des follicules, dans son épaisseur. En dehors de la muqueuse se trouve une couche musculaire.

Le vagin (fig. 10) représente une muqueuse épaisse et une double couche musculaire. La figure 14 pl. XXVII représente la coupe de l'utérus d'un embryon de 4 mois, et montre agrandie la structure de la muqueuse. La figure 16 représente seulement la muqueuse utérine à cette à cette époque.

La figure 19 représente un embryon humain femelle de cinq mois environ. Le sinus uro-génital existe encore. Il y a hypospadias, l'hymen forme un croissant à concavité supérieure, dont les cornes vont se souder sur les deux côtés de la gouttière urétrhale. L'utérus de cet embryon a une longueur de 15 millimètres, du vagin à l'hymen, il y a $0^{mm},8$. Les deux conduits de Müller ne sont pas encore soudés, au niveau de ce qui sera le vagin. Dans la figure 20 se trouve figurée la vulve d'un embryon humain femelle de trois mois à quatre mois, où la vulve est partagée en deux parties, par un raphé saillant; de chaque côté de ce raphé, se trouvent les orifices des deux hymens, auxquels correspondent, pour chacun, les canaux de

Müller; c'est là la preuve incontestable que la vulve est le cloaque génital, où s'ouvrent les deux canaux de Müller.

Sur un embryon humain femelle de quatre mois (pl. XXVII, fig. 17), se trouve la vulve déjà très développée avec des muscles constricteurs du vagin en dehors; et, en dehors de ce muscle, un tissu érectile du bulbe de l'urèthre. Sur la figure 21, la coupe du clitoris, avec la gouttière uréthrale. Sur le trajet de cette gouttière, encore ouverte, se trouvent des enfoncements glandulaires de l'urèthre. Enfin sur la figure 18, se trouve la coupe de l'utérus et la coupe du vagin, avec sa muqueuse plissée et la couche musculaire. Sur la planche XXVIII, fig. 22 se trouve dessiné un utérus d'embryon de 8 centimètres de long. Le museau de tanche n'est pas encore formé. La muqueuse de l'utérus présente des plis et des dépressions très marquées, au niveau du col, des plis nombreux et des culs-de-sac glandulaires qui commencent à se former. Sur un embryon plus âgé, de 16 centimètres de long, environ de cinq mois, le museau de tanche a 4 millimètres de hauteur, il existe des glandes folliculaires nombreuses dans la muqueuse des corps et des glandes du col, encore plus nombreuses et plus développées que celles du corps. Elles sont figurées figures 23 et 27, planche XXXVIII, où l'on voit la saillie épithéliale prismatique de l'utérus et des culs-de-sac nombreux représentant déjà des glandes en grappe. La muqueuse du vagin (fig. 26 et fig. 28) présente des papilles relativement très grandes, par rapport à l'âge de l'embryon. Cette muqueuse est couverte d'un épithélium pavimenteux stratifié, avec des cellules de la couche cornée, mais ayant encore des noyaux.

Sur un embryon humain de 13 centimètres de long, trois mois et demi, la coupe de l'utérus présente une muqueuse très épaisse, avec des glandes folliculaires très nombreuses. Sur une figure agrandie de la muqueuse (fig. 29), on voit, sur une coupe transversale, des follicules très nombreux et très développés, bilobés ou simples allant déjà dans les couches musculaires. La trame de la muqueuse est formée de matière amorphe très abondante et de noyaux embryo-plastiques.

Sur la figure 28, se trouve la coupe de longues papilles vaginales, avec des vaisseaux capillaires au centre, un tissu de matière amorphe et de noyaux embryo-plastiques, enfin une couche d'épithélium pavimenteux stratifié sur une grande épaisseur. La

figure 31 donne la coupe de la trompe du même embryon. On voit sur la coupe des plis dessinés d'une façon élégante, un épithélium cylindrique encore et la couche musculaire du conduit. Sur la planche XXVI, figure 13, on trouve encore la coupe d'une trompe de Fallope, d'un embryon de 2 cent. 1/2 de long.

La figure 33, pl. XXIX correspond à un embryon de mouton de 11 centimètres de long, au niveau où les deux canaux de Müller sont soudés; en avant se trouve le vagin, dont les caractères anatomiques sont identiques à ceux de l'embryon humain, sauf une tunique élastique épaisse, doublant la paroi musculaire du vagin. Sur un embryon de mouton de 15 centimètres, on trouve un utérus à la partie inférieure très bien développé, ayant les plus grandes analogies avec le même organe chez l'embryon humain (fig. 31, pl. XXVIII). La figure 36, pl. XXIX correspond à une coupe plus élévée, et présente les deux canaux de Müller près de se souder et, de chaque côté, les uretères. La figure 34 représente la disposition de ces canaux après leur jonction. Sur l'embryon de mouton de 18 centimètres de long, on trouve, au milieu, le vagin avec sa muqueuse plissée, et de chaque côté les canaux de Gartner (fig. 39); un peu plus haut, figure 40, se trouve un simple conduit à muqueuse lisse, c'est le vagin. A un niveau plus élevé, et de chaque côté de ce conduit, encore les canaux de Gartner. Sur la figure 37 se trouve la préparation d'un embryon humain de 8 centimètres de long, montrant les dispositions du clitoris et de la gouttière uréthrale. En avant le clitoris, au milieu, la gouttière urèthrale encore ouverte, avec des glandes muqueuses en voie de développement, plus haut l'orifice vésical ou col de la vessie, de chaque côté de la gouttière, le tissu érectile. En avant du col de la vessie, deux masses de tissu érectile, les corps caverneux avec le clitoris, enfin, le bulbe du vagin et le muscle constricteur du vagin.

Sur la figure 38, se trouve la coupe de la muqueuse utérine sur un embryon femelle de 20 centimètres de long; les utricules glandulaires sont très nombreux et très développés: ils descendent, jusqu'à la couche musculaire. Dans la muqueuse, sont des vaisseaux énormes très serrés et une trame de matière amorphe de noyaux embryoplastiques.

Si nous étudions les organes génitaux d'un embryon humain femelle, de 16 centimètres de long de l'occiput au sacrum, on

trouve que l'utérus, à cette époque, est long d'un centimètre, le corps a 2 centimètres et le col 4 centimètres, l'utérus possède alors une muqueuse épaisse de 2 millimètres. Elle est tapissée, dans toute son étendue, d'une couche régulière de cellules épithéliales prismatiques sans cils vibratiles.

Dans toute l'étendue de la muqueuse du col, on voit des plis et des papilles beaucoup plus développées relativement à cet âge qu'elles ne le seront chez l'adulte.

De la surface de la muqueuse du corps de l'utérus, partent de nombreux prolongements glandulaires. Dans la région cervicale, on voit, de distance en distance, de petits enfoncements glandulaires, moins allongés que ceux du corps, qui prennent déjà des proportions en longueur assez grande, pour arriver à la ligne de séparation de la muqueuse et de la couche musculaire. Sur le museau de tanche, la muqueuse est lisse, sans papilles et tapissée par la couche d'épithélium pavimenteux, stratifié du vagin, mais sur une épaisseur moitié moindre. La muqueuse du vagin, en outre de ses plis transversaux, est munie de papilles longues vasculaires et tapissées par une couche d'épithélium pavimenteux où l'on peut distinguer toutes les couches de l'épiderme, depuis la couche d'épithélium pavimenteux, de petite dimension, puis toutes les couches superposées; ce qui représente la couche cornée, avec des cellules plates, allongées, mais pourvues encore de noyaux.

Si nous étudions l'utérus sur un embryon humain, femelle, de 23 centimètres de long du vertex au coccyx, ce qui correspond à un embryon de six à sept mois, on constate que l'utérus a, dans son ensemble 25 millimètres de longueur. La longueur du corps est seulement de 20 millimètres, l'ovaire a 25 millimètres de longueur et la trompe 40 millimètres.

Lorsqu'on ouvre la cavité utérine, on voit l'arbre de vie, avec ses ramifications, remonter jusqu'à la partie supérieure de la cavité du corps, et même on aperçoit deux branches de l'arbre de vie bifurquées, traverser obliquement toute la cavité du corps et se diriger sous l'orifice des trompes. Du reste cet utérus avec sa longueur, ses dimensions des ovaires et la longueur des trompes, paraît un utérus hors de proportion avec l'âge de l'embryon. Au niveau de l'origine des trompes, l'utérus a 8 millimètres de large. L'épaisseur de la paroi utérine, au niveau où elle est la

plus large, est de 1 centimètre. Au niveau du corps, la paroi a seulement 2 millimètres. La longueur du museau de tanche, couvert encore des plis de la muqueuse vaginale, a 1 centimètre de hauteur. Le col a, dans le sens transversal, 8 millimètres.

Un embryon, à la naissance, mais de petite dimension, ayant seulement 26 centimètres de long, a un utérus seulement de 18 centimètres de long. Le corps a encore 18 millimètres de longueur et le col 15 millimètres. La saillie du museau de tanche, dans le vagin, est de 3 millimètres seulement, l'ovaire, chez ce fœtus, a 15 millimètres de long. Enfin les parois de l'utérus sont épaisses en moyenne de 2 millimètres et au maximum de 4 centimètres au niveau de l'insertion du vagin sur le col.

Sur un autre embryon à la naissance, mais de 28 centimètres de long, encore petit, la longueur totale de l'utérus est de 15 millimètres, dont 10 centimètres pour le col et 5 centimètres pour le corps. Le museau de tanche a 3 centimètres de long. Le diamètre du col, au niveau de la jonction du col et du corps, a une longueur de 8 millimètres.

L'ovaire de cet embryon est très petit, il atteint à peine 5 millimètres de longueur, tandis que, sur des embryons de 23 centimètres, de 26 centimètres, de 28 centimètres, dans un embryon à la naissance, les ovaires sont deux ou trois fois plus longs, ce qui prouve les variétés nombreuses, qui se trouvent dans les phénomènes du développement embryonnaire.

Sur un embryon humain femelle, de 29 centimètres de long, âgé de huit mois, l'utérus a 25 millimètres de long, la cavité utérine 17 millimètres. La muqueuse du corps a 2 millimètres d'épaisseur. La couche musculaire a 4 millimètres d'épaisseur, au niveau de la jonction du col et du corps. Dans la muqueuse du corps, il y a des culs-de-sac glandulaires assez nombreux et à peu près moins que dans la cavité du col. Dans cette portion de l'utérus, se trouvent des saillies épaisses de la muqueuse, qui atteignent jusqu'à 2 millimètres environ de hauteur. Ce sont des saillies de l'arbre de vie ; ces saillies s'étendent très haut, dans la cavité utérine jusqu'à 4 millimètres du fond de l'utérus. Dans la muqueuse du col, se trouvent des saillies de l'arbre de vie, qui, sur les coupes longitudinales, pourraient passer pour des glandes, mais en réalité ce sont des culs-de-sac glandulaires arrondis.

D'après le travail de M. Legay, préparateur d'histologie, l'utérus, sur des embryons humains au huitième mois a une longueur de 19 millimètres, le corps a 5 millimètres et le col, par suite, 12 millimètres de longueur. Le diamètre transversal, au niveau de l'insertion des trompes est de 8 millimètres.

Sur le fœtus à terme, dit encore le même auteur, l'utérus mesure une longueur totale de 33 millimètres dont 9 millimètres pour le corps et 24 millimètres pour le col, la muqueuse aurait déjà une épaisseur de 7 millimètres, ce qui nous paraît exagéré parce que sur l'adulte elle dépasse à peine 1 centimètre. Enfin sa face interne est sillonnée de dépressions, mais aucune involution épithéliale, ne mérite, à proprement parler le nom de glandes. Or, dans ce mémoire j'ai montré contrairement à l'opinion de M. de Sinéty, acceptée par M. Legay, que ces glandes du col et du corps, existaient déjà sur des embryons de moins de trois mois.

A la naissance, dit encore le professeur Sappey, le col épais et arrondi, forme les deux tiers ou les trois cinquièmes de l'utérus. Le développement de l'organe, s'effectuant de bas en haut; le corps, dans toute sa première période en représente donc la partie la plus petite. Il participe à la ténuité des trompes. La cavité utérine est bien différente de ce qu'elle sera plus tard d'un petit triangle équilatéral, en partie celle d'un cylindre, et la partie inférieure celle d'un cône.

Vers l'âge de huit à dix ans, le corps augmente de dimension et, à cette dernière époque, il est plus long que le col. C'est l'inverse de ce qu'on a observé toute la durée de la vie embryonnaire, jusqu'à la naissance, alors le col prend sa forme arrondie et passe de l'état conique à la forme cylindrique, son orifice extérieur, très grand exclusivement avant la naissance, se resserre et devient circulaire.

Il est nécessaire, après ces études d'embryogénie, de passer en revue les dispositions principales qui sont les conséquences des phénomènes du développement, envisagé dans la série animale. A ce point de vue, l'embryogénie, appliquée à l'étude des animaux dans la série animale, établit des relations entre les dispositions des appareils similaires et fait comprendre, en vertu du perfectionnement progressif des espèces, les formes parfaites des êtres élevés en organisation.

L'appareil femelle est plus parfait chez les mammifères, que chez les oiseaux, les reptiles et les vertébrés. Ici, comme chez les autres vertébrés, le canal génito-urinaire sert au coït, mais presque toujours, il existe un canal spécial pour recevoir le pénis, le vagin. Mais la vulve, ou orifice commun des voies génitales, est l'orifice commun des voies génito-urinaires et toujours situé en avant de l'utérus. Chez les monotrèmes et les marsupiaux, il existe un cloaque, comme chez les oiseaux et les reptiles. Chez les mammifères ordinaires, le conduit, qui transporte les produits de l'ovaire se compose de l'utérus, du vagin et du vestibule génito-urinaire.

La forme générale de cet appareil varie dans cette classe d'animaux; les variations résultent de l'union des deux moitiés tantôt distinctes dans toute l'étendue de l'appareil reproducteur, mais seulement dans les parties inférieures, la fusion ne s'étend pas aux ovaires ou aux oviductes; souvent elle ne dépasse pas les limites du vestibule génito-urinaire, de sorte qu'il existe deux vagins et deux utérus, fait que nous avons plusieurs fois rencontré sur des embryons humains femelles âgés de 4 à 5 mois; mais presque toujours le vagin, dans beaucoup de cas, gagne la portion inférieure des utérus et quelquefois jusqu'au fond de cet organe; enfin chez tous les Monodelphiens, le vagin constitue un tube impair qui occupe la ligne médiane du corps. Il est situé entre le rectum et la vessie. Chez la sarigue deux canaux débouchent dans le vestibule génito-urinaire, jusque dans le voisinage de l'utérus. Enfin on trouve dans l'épaisseur des parois du vestibule, chez quelques mammifères, une paire de canaux qui s'ouvrent dans le vestibule génito-urinaire, et qui paraissent analogues aux tubes péritonéaux, qui existent chez les crocodiles. On les désigne du nom de canaux de Gartner dont on ne sait pas les usages. Ces canaux sont les conduits de Wolff, qui persistent chez le mouton, la vache et la truie. Sur des embryons de mouton de 11 à 13 et 18 centimètres, ces canaux de Gartner se présentent, sous la forme de deux conduits épithéliaux de chaque côté du vagin dans toute son étendue.

Les deux utérus, complètement isolés l'un de l'autre, débouchent isolément dans l'appareil copulateur chez les monotrèmes, les marsupiaux et plusieurs rongeurs, tels que le

lapin et le lièvre; mais, chez la plupart des mammifères de ce dernier ordre, ils se réunissent près de leur extrémité, de façon à communiquer avec le vagin par un orifice médian, qui est commun aux deux organes. Ils sont libres dans une portion considérable de leur longueur, mais ils deviennent confluents chez les carnassiers, les pachydermes, les ruminants et les cétacés. D'autre fois, la fusion en une poche unique est portée plus loin, de façon que cet organe a la forme d'une poche médiane, dont le fond est bicorne.

Chez la femelle, la confluence est complète. Ce mode d'organisation existe chez les singes, les tardigrades et les édentés.

Les oviductes font suite à l'utérus et, lorsque cet organe est double, la ligne de démarcation, de même que le vagin, est alors unique et médian dans toute sa longueur.

L'entrée des voies génito-urinaires affecte ordinairement la forme d'une fente longitudinale, dont les deux bords, appelés grandes lèvres de la vulve, sont garnis de poils extérieurement et tapissés, en dedans, par une membrane muqueuse très vasculaire. Cet orifice est transversal chez l'hyène et les rongeurs. Le clitoris occupe la partie supérieure de la vulve; c'est un organe érectile non perforé, si ce n'est jusqu'à une certaine époque de la vie embryonnaire. Souvent il est percé d'un canal, chez certains animaux. Chez les makis, le canal urinaire, le clitoris est formé par un corps caverneux, dont les branches s'insèrent sur la symphyse ischiopubienne et, chez les espèces où le pénis contient un os, on trouve dans le clitoris de la femelle un cartilage. L'extrémité du clitoris se continue en bas par deux replis ou petites lèvres. Le derme de ces régions est rempli de glandes sébacées.

Un plexus vasculaire très riche constitue en général, de chaque côté de la vulve, une sorte de bulbe érectile, qui contribue à rendre l'embouchure des voies génitales béantes sous l'influence de l'excitation vénérienne.

L'entrée du vagin est obstruée par l'hymen, qui n'existe que chez les singes. Cette cloison, que l'on croyait spéciale à l'espèce humaine, existe chez beaucoupde singes et même chez les carnassiers. Parfois la démarcation entre le vagin et le vestibule uréthro-sexuel est indiquée par un épaississement circulaire, qui se dilate peu à peu et finit par s'effacer après l'usage des parties. Chez

le chat, le chien, la truie et divers autres ruminants, l'hymen est représenté par une bride transversale, de façon que la vulve communique avec le vagin par deux orifices. Ce vagin est double chez la plupart des marsupiaux et même chez beaucoup de ces derniers mammifères. Ces deux vagins se confondent dans une portion de leur longueur, de façon à constituer une seule cavité, qui le sépare de ces conduits et n'est pas toujours bien marquée. — Ce sont des tubes étroits repliés sur eux-mêmes et dilatés vers leur extrémité supérieure. Chez les oiseaux, les poissons, les reptiles, les batraciens et les poissons plagiotrèmes, le pavillon est béant dans la cavité abdominale. L'espèce d'entonnoir constitué par portion terminale désignée d'ordinaire sous le nom de pavillon, se fait remarquer par la disposition de ses bords. Chez beaucoup d'animaux les rapports du pavillon avec l'ovaire sont assurés par un repli du péritoine qui enveloppe l'ovaire. Ainsi chez le chat, le chien, il existe une partie couverte du côté de l'abdomen; mais dans d'autres espèces, par exemple l'ours et d'autres petits carnassiers, elle est fermée de toutes parts, chez le phoque, la loutre.

En résumé, il n'existe pas de différence appréciable à l'appareil femelle, et lorsque le développement en est achevé, on trouve dans l'une et l'autre, des parties, qui se correspondent plus ou moins exactement. Par exemple, le clitoris est l'analogue de la verge, la vulve représente la région de l'urèthre du mâle, sous le rapport des fonctions, aussi bien que de la forme et des connexions. L'oviducte peut être comparé au canal déférent; enfin les testicules des mâles sont représentés par les ovaires de la femelle.

EXPLICATION DES PLANCHES XXVI A XXIX.

PLANCHE XXVI.

FIG. 1. — Embryon de mouton de 2 centimètres de long; coupe longitudinale passant un peu en dehors du plan diamétral.

a. Allantoïde et pédicules vasculaires. La séparation entre cette cavité et la cavité vésicale n'est pas encore effectuée.

d. Canal de Müller aboutissant presque au cloaque génito-urinaire.

c. Masse épithéliale ectodermique oblitérant complètement le cloaque génito-urinaire.

FIG. 2. — Utérus d'un embryon humain de 26 centim. de longueur.

a. Ovaires très développés relativement à l'âge de l'embryon.
b. Trompes et pavillons.
c. Corps de l'utérus.
d. Col de l'utérus.
e. Orifice du col.
f. Vagin.

Dimensions : Longueur totale de l'utérus. . . . 18mm.
— — — du col. . . . . . 10mm.
— — — du corps. . . . . 8mm.
— Longueur des ovaires. . . . 25mm.
— — des trompes . . . 40mm.

Fig. 3. — Utérus d'un embryon humain femelle fendu sur la ligne médiane.

L'arbre de vie partant du col utérin traverse tout le corps et envoie des branches dans les orifices des trompes.

Fig. 4. — Utérus d'un embryon humain de 20 centimètres.

a. Ovaire.
c. Corps.
d. Col.
e. Orifice du col.
f. Vagin.

Longueur de l'utérus. . . . . 13mm.
— du corps. . . . . 3m,5.
— du col. . . . . 1m,5.
— des trompes. . . . . 25mm.

Fig. 5. — Col de l'utérus d'un embryon humain de petite taille, à la naissance ayant seulement 30 centimètres de longueur.

Utérus. . . . . 23mm.
Col. . . . . 4mm.
Corps. . . . . 17mm.

Fig. 6. — Arbre de vie du col utérin d'un embryon humain de 16 centimètres de long : c'est à cette époque du développement que les branches et le tronc de l'arbre de vie formant les plis de la muqueuse sont les plus développés.

a. Ramifications de l'arbre de vie.
b. Tronc de l'arbre de vie.

Longueur de l'utérus. . . . . 8mm.
Col. 2mm 1/2
Corps. 5mm,5
Longueur de l'ovaire. . . . . 8mm.
Trompes. 1mm,5

Fig. 7. — Embryon humain de 2mm,5.

a. Cloaque correspondant aux voies intestinales et génito-urinaires.
b. Os.

Fig. 8. — Coupe du même embryon à un niveau plus élevé. A ce niveau, qui correspond à un point un peu au-dessous de la symphyse

pubienne, il y a séparation entre les trois systèmes : intestinal, génital et urinaire.

a. Intestin.

b. Utérus encore à l'état des deux canaux de Müller sur le point de se souder, pour faire place à une cavité commune.

c. Vessie.

Fig. 9. — Coupe du même embryon à un niveau supérieur à celui de la figure 8, montrant les canaux de Müller encore séparés.

Fig. 10. — Dans cette coupe, on trouve l'utérus parfaitement délimité avec la muqueuse et la couche musculaire et le vagin avec sa muqueuse et sa couche musculaire.

a. Utérus.

c. Couche musculaire du vagin.

d. Muqueuse du vagin.

Fig. 11. — Embryon humain de 2 centimètres 1/2 de longueur. Coupe au niveau de la symphyse.

a. Muqueuse vaginale vasculaire.

b. Couche musculaire du vagin.

c. Tissu érectile du bulbe du vagin.

d. Couche musculaire de l'utérus.

e. Muqueuse utérine.

Fig. 12. — Coupe transversale de l'utérus, montrant la couche épithéliale de la muqueuse et les nombreux vaisseaux de cette membrane.

a. Couche muqueuse.

b. Couche musculaire de fibres entrecroisées.

c. Couche de fibres circulaires.

Fig. 13. — Trompe de Fallope d'un embryon humain de deux mois et demi.

a. Couche musculaire.

b. Muqueuse.

c. Couche épithéliale.

Planche XXVII.

Fig. 14. — Coupe d'un utérus d'un embryon femelle de 8 centimètres de long.

a. Cavité utérine.

b. Glandes de la muqueuse du corps déjà développées avec des culs-de-sac réguliers et une couche épithéliale.

c. Couche musculaire de l'utérus.

Fig. 15. — Embryon humain femelle de 8 centimètres de longueur. Cette figure est destinée à représenter seulement la muqueuse utérine à cette époque.

Fig. 16. — Coupe du vagin du même embryon.

a. Muqueuse vaginale.

b. Couche musculaire.

d. Couche musculaire externe.

Fig. 17. — Coupe portant sur la vulve d'un embryon humain de quatre mois.

a. Vulve avec les plis de la muqueuse et l'épithélium tégumentaire.
b. Couche longitudinale de fibres striés.
c. Muscle constricteur du vagin.

Fig. 18. — Coupe de l'utérus et du vagin du même embryon.
a. Muqueuse utérine.
b. Couche musculaire.
c. Muqueuse vaginale.

Fig. 19. — Embryon femelle de cinq mois environ. Le sinus uro-génital existe encore. Il y a hypospadias, l'hymen forme un croissant à concavité supérieure dont les deux cornes vont se perdre des deux côtés de la gouttière uréthrale. Les deux conduits de Müller ne sont pas soudés au niveau de ce qui sera le vagin.
a. Clitoris.
b. Ouverture commune de l'urèthre et du vagin.
c. Grandes lèvres.

Fig. 20. — Embryon humain femelle de quatre mois.
La vulve est divisée en deux parties par une cloison médiane. De chaque côté de cette cloison se trouvent les orifices de deux hymens correspondant à deux canaux de Müller qui s'ouvrent directement à la vulve.
a. Clitoris.
b. Raphé médian.
c. Petites lèvres.
d. Orifices des canaux de Müller ou hymen.

Fig. 21. — Clitoris et gouttière uréthrale d'un embryon de quatre mois.
a. Clitoris.
b. Gouttière uréthrale encore ouverte.
c. Culs-de-sac glandulaires. Glandes de Bartholin en voie de formation.

Planche XXVIII.

Fig. 22. — Embryon humain de 8 centimètres de long environ, de trois à trois mois et demi. Coupe longitudinale de l'utérus; le museau de tanche n'existe pas à cette époque; la muqueuse utérine présente des plis nombreux, des plis encore multipliés au niveau du col où l'on commence à apercevoir de petites dépressions glandulaires.
a. Cavité de l'utérus avec des dépressions nombreuses.
b. Portion cervicale de l'utérus.
d. Couche musculaire de l'utérus.

Fig. 23. — Coupe portant sur le col du même embryon.
a. Cavité du col.
b, c, d. Culs-de-sac glandulaires des follicules du col utérin.

Fig. 24. — Papilles du vagin à épithélium pavimenteux stratifié avec des cellules plates à la surface, mais possédant encore des noyaux (Même embryon).

Fig. 25. — Coupe longitudinale de l'utérus d'un embryon humain plus âgé, de 16 centimètres de long, environ quatre mois et demi.

Le museau de tanche a déjà, à cette époque, 4 millimètres de hauteur. Dans la cavité du corps, on voit des follicules qui commencent à se former et des glandes du col plus avancées que celles du corps.

a. Cavité du corps.

b. Dépression de la cavité du corps.

c. Cavité du col.

d. Glandes.

Fig. 26. — Sur le même embryon, les papilles de la muqueuse vaginale sont couvertes d'épithélium pavimenteux stratifié. Il est à remarquer qu'à cet âge les papilles vaginales sont relativement bien plus grandes que chez l'adulte.

a. Papille composée.

b. Vaisseaux sanguins.

c. Couche épithéliale.

Fig. 27. — Glandes en grappe du col utérin, avec une cavité épithéliale polyédrique, telles qu'elles sont à quatre mois et demi.

Fig. 28. — Embryon de 13 centimètres de long, d'environ quatre mois. Papilles énormes relativement à l'âge de l'embryon. La muqueuse vaginale est dessinée à un grossissement de 60/1.

a. Couches d'épithéliums pavimenteux stratifiés.

b. Tissu de la muqueuse embryonnaire avec des capillaires sanguins au centre.

Fig. 29. — Coupe de l'utérus du même embryon; à cette époque, les follicules sont déjà très bien développés et sont presque au contact de la couche musculaire.

a. Cavité utérine.

b, *e*. Glandes utérines.

Fig. 30. — Embryon humain de 13 centimètres, de cinq mois environ.

a. Coupe transversale de l'utérus.

b. Muqueuse utérine avec ses plis.

c, *d*. Vagin et couche musculaire de l'utérus.

e. Plis du vagin.

Fig. 31. — Coupe de la trompe d'un embryon humain de 13 centimètres de long.

a. Plis de la muqueuse avec la couche épithéliale qui commence à prendre la forme prismatique.

b. Muqueuse.

c. Couche musculaire.

Planche XXIX.

Fig. 32. — Coupe d'un embryon de mouton de 11 centimètres.

a. Cloaque.

d. Canaux de Müller.

e. Intestin.

Fig. 33. — Coupe d'un embryon de mouton de 11 centimètres de long.

a. Cloaque génital.

b. Utérus.

c. Paroi musculaire de l'utérus.

d. Vagin.
e. Couche musculaire de fibre circulaire.
f. Muqueuse.
g. Couche élastique n'existant pas dans l'espèce humaine.

Fig. 34. — Embryon de mouton de 15 centimètres de longueur. Coupe de l'utérus au-dessous de la division en deux oviductes.
a. Cavité tapissée d'épithélium.
c. Couche muqueuse.
d. Couche musculaire.

Fig. 35. — Embryon humain de 8 centimètres. Coupe de l'utérus montrant dans l'épaisseur de la muqueuse la coupe des culs-de-sac folliculaires en voie de développement.
a. Muqueuse utérine.
ccc. Glandes utérines.
d. Couche musculaire.
v. Vessie.

Fig. 36. — Embryon de mouton de 15 centimètres.
a. Intestin.
b. Cavité péritonéale.
c. Canaux de Müller.
d. Uretères.

Fig. 37. — Embryon humain de 8 centimètres. La coupe porte au niveau du clitoris.
a. Gouttière uréthrale avec de petites dépressions glandulaires.
b. Tissu spongieux érectile de l'urèthre.
cc. Corps spongieux du clitoris et de bulbe du vagin.
d. Cavité vésicale correspondant au col de la vessie.
f. Muscle constricteur ou bulbo-caverneux.
g. Glandes de Bartholin.

Fig. 38. — Coupe de la muqueuse utérine d'un embryon humain femelle de 20 centimètres de long, c'est-à-dire passé cinq mois. A cette époque, la muqueuse est presque formée. Les follicules sont très nombreux, beaucoup sont bilobés avec un épithélium polyédrique. Les follicules arrivent entre les faisceaux musulaires de la couche sous-jacente. Des vaisseaux nombreux, volumineux, rampent jusqu'à la couche épithéliale.
a. Cavité utérine.
b, c. Follicules glandulaires.
d. Trame de la muqueuse.

Fig. 39. — Embryon de mouton de 18 centimètres.
a, b. Muqueuse vaginale.
c. Couche musculaire circulaire.
d. Canaux de Gartner.

Fig. 40. — Coupe plus élevée du même embryon.
a. Cavité utérine (la muqueuse est lisse).
b. Canaux de Gartner.

NOTE

SUR L'ESTOMAC DU DAUPHIN

Par MM. BOULARD et PILLIET.

L'estomac des Siréniens et des Cétacés proprement dits est, comme celui d'un certain nombre de mammifères qui ne ruminent pas (1), composé de plusieurs loges sur le nombre desquelles les anatomistes ne sont pas d'accord.

Ces divergences, comme le fait remarquer M. Milne Edwards, dans son *Traité d'Anatomie et de Physiologie comparée*, « tiennent beaucoup plus à la manière d'interpréter les dispositions organiques observées qu'à un désaccord sur ces dispositions elles-mêmes, et dépendent principalement de ce que les uns considèrent comme des estomacs distincts ce que les autres regardent comme de simples subdivisions du troisième estomac.

La question étant ainsi posée, nous avons pensé qu'une étude histologique des différentes portions de l'estomac du Dauphin vulgaire (*Delphinus delphis*), cétacé que nous avons pris comme type, pourrait peut-être jeter quelque clarté sur ce sujet.

Mais avant d'aborder cette étude, il nous paraît utile de résumer brièvement les opinions des divers naturalistes qui se sont occupés de l'estomac des Cétacés.

Hunter compte cinq poches stomacales chez les Baleines; *Willughby* n'en trouve que trois; *Turner* pense, d'après l'examen qu'il a pu faire de l'estomac en mauvais état d'un *Balænoptera Sibbaldii*, qu'il existe au moins cinq compartiments. Enfin *Curse* et *Maculister* en ont vu cinq chez le *Balænoptera rostrata.*

Le Cachalot, d'après *Jackson*, n'offrirait que trois divisions stomacales. Le nombre en serait de cinq pour *Beale*.

L'hyperoodon présenterait, suivant *Hunter*, sept estomacs, tandis que ce cetodonte n'en aurait plus que six pour *Jackson*, cinq pour *Cuvier*, quatre pour *E. Home*, trois pour *Baussard*, deux pour *Eudes Deslongchamps*.

(1) Semnopthèques, Colobes paresseux, Hippopotame, Pecaris.

Le *Globiceps* aurait cinq estomacs *(Jackson)*.

L'*Orque*, cinq *(Hunter)*.

Le *Beluga* six *(Barclay)*.

Le *Dauphin* cinq *(Cuvier)*.

Le *Marsouin* quatre *(Cuvier* et *Jackson)*, trois seulement *(Eschwald Fysau, Daniel Major)*, deux grands et plusieurs petits en arrière *(Ray)*.

Si des traités ou des mémoires spéciaux sur les Cétacés, nous passons aux traités d'anatomie générale, nous retrouvons les mêmes divergences d'opinions.

« Il paraît, dit Cuvier dans ses leçons d'anatomie comparée, que tous les Cétacés ordinaires ont trois, quatre ou cinq estomacs. Le premier est le plus musculeux, le second contient plus de cryptes; il est plus glanduleux; le troisième et le quatrième sont membraneux, et le cinquième musculo-glanduleux.

« Le quatrième reçoit dans le Marsouin comme le cinquième dans le Dauphin, le canal hépatique. »

Pour Carus, les Cétacés auraient, en général, quatre estomacs, mais un certain nombre d'entre eux pourraient avoir une ou deux poches de plus.

Meckel pense que le nombre des estomacs ne peut jamais s'élever au delà de trois.

Frédéric Cuvier estime que l'estomac du Dauphin commun, du Marsouin, du Globiceps et en général des autres Cétacés, est composé de cinq cavités. Pour lui, chaque cavité aurait une action propre sur la digestion, y compris la dilatation duodénale, regardée par Meckel comme une simple dilatation de l'intestin grêle.

Cette grande complication de l'estomac, ajoute-t-il, chez des animaux qui se nourrissent essentiellement de viande, est une anomalie dont il serait très important de rechercher la cause.

On voit déjà, d'après ce qui précède, que la dernière portion de l'estomac qui se présente dans la plupart des cas comme une poche de forme globuleuse, et que beaucoup d'anatomistes ont regardée comme une division stomacale, doit être rayée de ce nombre, en raison même de la présence en son intérieur de l'ampoule de Vater.

On doit aussi noter que dès 1787, Hunter a fait remarquer que la première cavité offre le même revêtement interne que l'œso-

phage, fait sur lequel Jackson se montre encore plus affirmatif lorsqu'il dit : « la première loge stomacale est parfaitement identique à l'œsophage comme structure. »

Dans son *Traité de Physiologie et d'Anatomie comparée*, M. Milne Edwards compte chez les Cétacés proprement dits, trois estomacs bien distincts qui se succèdent et dont le dernier est subdivisé en plusieurs compartiments, en sorte qu'au premier abord on a pu croire qu'il existe chez ces Cétacés jusqu'à cinq, six, sept ou même un plus grand nombre d'estomacs. »

Enfin Richard Owen décrit quatre cavités à l'estomac du Marsouin et des Balenoptères.

« La première cavité se continue directement avec l'œsophage dont *elle a la structure* et n'est séparée de lui par aucun rétrécissement sensible. Quant au duodénum, il débute par une dilatation assez considérable pour qu'on l'ait placé au nombre des divisions stomacales.

Quelques mots maintenant sur l'anatomie de l'estomac du Dauphin. Abstraction faite de l'ampoule duodénale, considérée par Cuvier et d'autres anatomistes comme une cinquième division, l'estomac de ce cétodonte offre quatre loges.

La première, la plus volumineuse et de forme ovalaire, présente les mêmes caractères anatomiques que l'œsophage. Sa tunique musculaire est épaisse et sa muqueuse offre les mêmes plis qu'on remarque dans cette portion du tube digestif. Ces plis deviennent plus accentués au niveau de l'orifice qui fait communiquer cette poche avec la seconde portion de l'estomac. Cet orifice, qui est situé vers le tiers supérieur du renflement œsophagien, est placé dans l'axe même de l'œsophage.

La deuxième cavité stomacale est cordiforme, plus petite que la première; sa tunique musculaire est mince, mais sa muqueuse acquiert, par contre, une très grande épaisseur. Elle forme des plis élevés, anastomosés, délimitant des fossettes plus ou moins profondes. L'orifice de communication avec le troisième estomac n'est pas chez le Dauphin comme chez le Marsouin, placé au fond de cette deuxième cavité, mais reporté vers le haut, dans le voisinage de la première ouverture.

La troisième poche stomacale est fort petite, elliptique et incomplètement divisée en deux parties par un repli de la muqueuse. Celle-ci n'offre plus de plis, mais on remarque à sa sur-

face une série de petites saillies mamelonnées, montrant à leur centre une dépression, saillies qui ne sont autre chose que des follicules clos. Ce troisième estomac communique avec le quatrième, au moyen d'un orifice large, entouré d'un bourrelet muqueux qui fait fortement saillie dans cette dernière portion, longue de 18 centimètres, intestiniforme et dont la muqueuse offre la même apparence que celle du troisième compartiment. Elle communique par un orifice très étroit, que nous verrons être le pylore, avec l'ampoule duodénale.

La dilatation œsophagienne, première poche stomacale de beaucoup d'auteurs, a sa tunique musculaire formée de deux couches de fibres lisses, d'une grande épaisseur, qui continuent celles de l'œsophage dont elles sont l'épanouissement. La couche externe est composée de fibres longitudinales, l'interne de fibres circulaires. Plus en dedans, noyés dans un chorion rempli de fibres élastiques, se voient des faisceaux isolés présentant les deux directions et formant une musculaire muqueuse. Le chorion envoie dans le corps muqueux des papilles longues et étroites, vasculaires, qui le traversent dans toute son étendue.

Le corps muqueux, lui-même, a une épaisseur considérable. Il présente une couche de cellules prismatiques, très développées, à grand diamètre vertical, offrant une striation scalariforme.

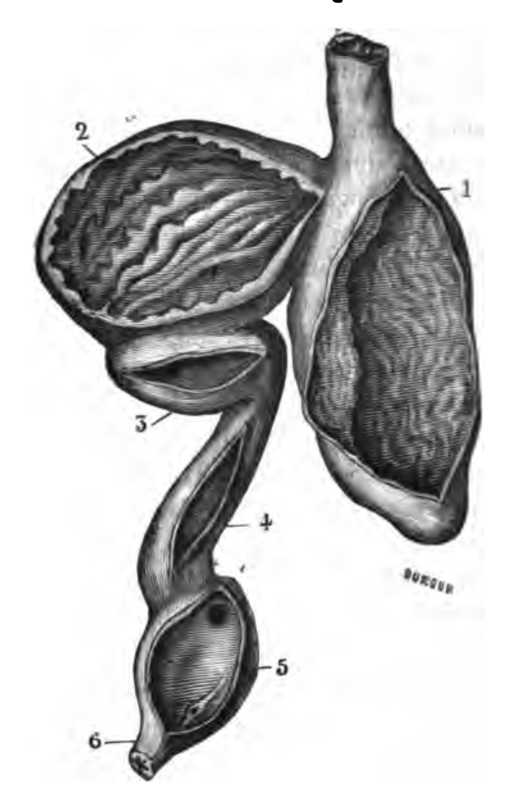
Au-dessus de cette couche se montre un revêtement épais de cellules également dentelées et à grand axe vertical, puis un revêtement corné formé par les cellules sous-jacentes que l'on voit s'atrophier peu à peu. Dans cette couche colorée en jaune par le picro-carmin et d'aspect fibrillaire, les noyaux sont complètement atrophiés ; les contours mêmes des cellules ont disparu.

La deuxième poche présente à l'œil nu une couche glandulaire très développée. Au microscope (coupe perpendiculaire à la surface), on constate la présence de deux couches musculaires lisses considérablement amoindries, sous une séreuse péritonéale normale, contenant de nombreuses fibres élastiques.

La musculaire muqueuse ne se compose plus que de quelques faisceaux très grêles dans un chorion peu épais et très vasculaire, mais elle suit tous les plis de la muqueuse.

Les glandes excessivement longues rappellent celles des car-

nassiers et en particulier celles du chien. Elle sont étroites, divisées en plusieurs lobes à leur partie inférieure, supportées par une charpente grêle de tissu lamineux qui s'avance jusqu'à la surface libre de l'estomac. Dans ces glandes se montrent deux



1. Première poche recouverte d'épithélium pavimenteux stratifié.
2. Véritable estomac analogue à l'estomac du fond des autres vertébrés, ne contenant que des glandes à cellules principales et à cellules bordantes.
3 et 4. Les deux poches suivantes, présentant la même structure, analogues à l'estomac pylorique.
5. Poche duodenale, au bas de laquelle on voit déboucher l'ouverture de l'ampoule de Vater, au sommet d'un tubercule.
6. Intestin grêle, plissé longitudinalement.

sortes d'éléments; les cellules principales et les cellules bordantes.

Au fond des glandes, les culs-de-sac offrent une disposition acineuse. Ils sont remplis de cellules peu réfringentes, légèrement granuleuses, pyramidales ayant leur base appliquée à la

paroi glandulaire. Leur noyau, très petit, sphérique, est également appliqué contre cette paroi. Ces culs-de-sac renferment sur une couche transverse de la glande de huit à douze de ces éléments qui sont, sans aucun doute, les cellules principales. Elles se colorent en rose par le picro-carmin, en violet par le violet de gentiane et le noyau en bleu, en violet clair par l'hématoxyline éosinée. Elles sont uniformément remplies d'un granulé assez fin et assez clair.

A la périphérie de ces sortes d'acini sont disposées des cellules volumineuses en petit nombre au fond des culs-de-sac, mais qui deviennent de plus en plus nombreuses à mesure qu'on se rapproche de la surface libre de façon à remplir seules les glandes dans leur dernier tiers. Ce sont les cellules bordantes. Au fond des glandes où elles sont peu nombreuses, ces cellules sont assez irrégulièrement ovalaires. En se rapprochant de la surface elles tendent, par suite de leur pression réciproque, à devenir quadrilatères. Ces éléments fortement granuleux, délimités par un contour net et noir, se colorent en jaune par le picro-carmin. Ils sont réfringents, remplis d'un granulé à grains assez gros; leur noyau est central, volumineux, sphérique, et se colore fortement par tous les réactifs.

En approchant de la surface libre, les cellules bordantes diminuent de plus en plus et font place à une couche unique d'éléments prismatiques petits et très serrés, dont le noyau sphérique répond à la base. Ces cellules tapissent tous les canaux excréteurs des glandes et remontent s'insérer en bouquets sur la surface libre de la charpente connective de façon à constituer le revêtement épithélial de l'estomac. Cet estomac offre la même structure dans toute son étendue et répond par suite à l'estomac du fond des autres vertébrés.

Les troisième et quatrième dilatation présentent toutes deux la même structure, Leur couche musculaire ne diffère en rien de celle de la deuxième poche. Elles renferment des glandes en tubes, longues, flexueuses à leur extrémité profonde, entièrement tapissées par des cellules prismatiques et courtes, présentant une légère cuticule. Ces cellules se colorent en violet bleu par le violet de gentiane. Entre ces glandes se voit une grande quantité de follicules clos que nous avons déjà cité. Notons également qu'on observe de distance en distance, dans l'épais-

seur de la muqueuse, des nodules de grosseur variable, pouvant atteindre le volume d'une noisette et qui se montrent composés de cellules fusiformes et de fibres lamineuses disposées concentriquement autour d'une cavité centrale occupée par des éléments d'aspect nucléaire. Nous avons observé ces nodules sur plusieurs estomacs de dauphins.

La quatrième poche stomacale est séparée à l'intérieur de l'ampoule duodénale par un repli muqueux. La couche externe longitudinale de fibres lisses franchit ce repli, sans s'y arrêter, mais la couche interne circulaire le pénètre dans toute son épaisseur de façon à former un véritable sphincter, minime il est vrai. Au delà nous trouvons une poche de forme globuleuse qui ressemble à beaucoup d'égards comme structure, au compartiment précédent. Les follicules clos y sont excessivement nombreux, les glandes en tubes allongés présentent à leur partie profonde des acinis nettement développés. Quelques-uns de ces groupes acineux sont même complètement isolés dans l'épaisseur du chorion et forment ainsi comme des rudiments de glandes de Brunner.

Quand au canal hépatique, il se présente sous la forme d'un tube à parois épaisses. Ce canal offre des plis nombreux anastomosés, délimitant des cryptes de l'aspect le plus varié. Le tout est tapissé de glandes en tubes très larges et peu profondes, dilatées en ampoule à leur base, remplies de cellules cylindriques claires, très grosses et dont le canal excréteur est tapissé de cellules cylindriques plus étroites et plus serrées. Ce canal se prolonge dans le foie avec la même largeur, mais à 5 ou 6 centimètres ; la couche musculaire duodénale qui l'accompagnait s'atténue, et sa couche glandulaire diminue de moitié en hauteur. Il est en rapport direct avec le tissu propre du foie. Nous n'avons pas pu, sur nos pièces, le suivre plus loin dans l'intérieur de la glande.

Au delà de cette poche nous trouvons l'intestin grêle. Il est parcouru par sept à huit plis longitudinaux très élevés, comme chez les carnassiers proprement dits, et présente des glandes de Lieberkühn serrées et de courtes villosités. Il n'y a ni glandes de Brunner, ni follicules clos dans cette portion.

En résumé, la *première poche stomacale* est une simple dilatation infundibuliforme de l'œsophage, analogue à celle qu'on

retrouve, à des degrés divers, communiquant largement avec l'estomac du fond, chez beaucoup de rongeurs, chez le cheval, le porc, etc.

La *deuxième poche stomacale* offrant la même structure dans toute son étendue, répond à l'estomac du fond des autres mammifères.

Les *troisième et quatrième parties*, bien que ne communiquant entre elles que par un orifice relativement étroit, correspondent à la région pylorique de l'estomac, en ce sens que les glandes qu'on y observe ont les caractères morphologiques des glandes pyloriques. Quant aux follicules clos qui s'y montrent, on sait qu'ils existent normalement dans cette portion de l'estomac, chez un certain nombre d'animaux, le chien en particulier. L'un de nous a pu observer également une disposition semblable, accidentelle, sur l'estomac d'un enfant mort du croup. Toute la portion pylorique était couverte de follicules clos ombiliqués.

Enfin, la *cinquième division* n'est en réalité qu'un renflement duodénal en ce sens qu'on y trouve l'ampoule de Vater et qu'il est séparé du dernier compartiment stomacal par un sphincter peu marqué, il est vrai, mais cependant net, qui correspond au pylore.

On voit donc, d'après ce qui précède, que l'estomac du Dauphin, malgré sa complication apparente, peut être ramené à un estomac proprement dit compris entre deux renflements, un œsophagien et un duodénal.

Cet estomac proprement dit se réduit à deux compartiments correspondant l'un à la région cardiaque, l'autre à la région pylorique (loges 2, 3 et 4) du Dauphin. Et ceci peut s'appliquer à tous les cétodontes, car nous avons pu nous assurer, d'après l'examen que nous avons été à même de faire d'estomacs appartenant à plusieurs espèces de ces animaux, que le nombre des compartiments ne varie, en réalité, que par la présence de replis muqueux divisant la portion intestiniforme (quatrième portion de l'estomac du Dauphin) en un nombre variable de cavités dont la structure reste la même.

BIBLIOGRAPHIE.

BARCLAY. — *On the anatomy of the Beluga. Trans. Wern. Soc.*, t. III.

BAUSSARD. — *Mémoire sur deux cétacés échoués vers Honfleur*, 1788-1789.

BEALE. — *The natural History of the. Sperm. Whale.* London, 1839.

CARTE et MACALISTER. — *Philos. Trans.*, 1867.

CARUS. — *Anatomie comparée*, t. II.

CUVIER (G.). — *Leçons d'anat. comp.*

CUVIER (F.). — *Hist. nat. Cétacés*, 1836.

DESLONGCHAMPS (Eudes).— *Remarques zoologiques et anatomiques sur l'Hyperoodon. Mém. soc. Linn. de Normandie*, t. VII.

ECKER. — *Verhandl. d. Gesellch. F. Beforder. d. Naturw.* in Freiburg, 1855.

ESCHRICH. — *Zool. anat. phys. Untersuchung, uber die Narduchen Walthiere.* Lepzig, 1849.

ESCHWALD. — *Observationes nonnullæ circa fabricam Delphini phocæne. Mem. Ac. Sc.* Saint-Petersburg, 1824.

JACKSON. — *Dissection d'un cachalot et d'autres cétacés.* Boston Journ. 1845.

HOME (E.). — *Lect. on comp. anat.*

HUNTER. — *Traité d'histologie*, p. 359. *Struct. and œcon. of Whales. Philos. Trans.* 1787.

LEYDIG. — *Traité d'histologie zoologique.*

MAJOR (Dan.). — *De anatome Phocœne Eph., act. nat. cur. Dec.* 1 *ann.* 3.

MECKEL. — *Traité d'anat. générale.*

MILNE-EDWARDS. — *Traité d'Anat. et de Phys.*

OWEN. — *Anat. comp.*

RAY. — *An account of the dissection of a Porpesse. Phil. Trans.*, 1671.

SIEBOLD et STANNIUS. — *Anat. comp.*

TURNER. — *Account of the great finner Whale stranded at Louguidry* (B. Sibbaldii), *Trans. of the Roy. Soc.*, Edimb., 1872.

TYSAU. — *Phocæna or the Anatomy of a Porpesse*, 1680.

WILLUGHBY. — *Hist. piscium.*

DE LA

BOURSE SÉREUSE DE FLEISCHMAN

OU BOURSE SUBLINGUALE

Par le Docteur H. ALEZAIS
Prosecteur à l'École de médecine de Marseille.

Depuis qu'en 1841 Fleischman (1) eut annoncé l'existence de deux bourses séreuses, situées sur les côtés du frein de la langue, ce point d'anatomie n'a cessé d'être en litige. Quoique d'une importance secondaire, à vrai dire, le rôle qu'on lui a fait jouer en pathologie, dans ces derniers temps encore, légitime les recherches déjà faites, et celles que l'on peut faire pour préciser sa description controversée.

D'après Fleischman, « si de l'un et de l'autre côté du frein, on détache la muqueuse de la langue, on trouve auprès de ce frein, et couchée sur le muscle génio-glosse, derrière les conduits de Wharton et de Rivinus, une petite bourse muqueuse ovalaire, divisée en locules par des cloisons celluleuses, bourse sublinguale dont l'existence semble importante à connaître pour la connaissance de la ranule. »

Les chirurgiens acceptèrent, en effet, cette découverte anatomique comme l'origine et le siège de la grenouillette. Jobert de Lamballe l'appuya de son autorité. — Certaines observations, comme celles de Malcomson (2), semblent bien encore en harmonie avec cette manière de voir; néanmoins depuis que M. Tillaux eut démontré, en 1858, l'origine glandulaire des tumeurs enkystées du plancher de la bouche, malgré les obscurités qui règnent encore sur la question, son opinion a prévalu, et la bourse de Fleischman perdit de son importance en pathologie. — Au point de vue descriptif, l'accueil que lui fit l'École française dans ses représentants les plus autorisés, fut plus que réservé. Pour Malgaigne (3), elle n'est rien moins que certaine.

(1) *De novis sub lingua bursis*, Nuremberg, 1841, et *De l'existence d'une capsule muqueuse sous la langue, considérée comme cause de la grenouillette. — Archives de médecine*, 1842, t. XIII, p. 360.

(2) Cité par M. Desprès, *Dict. Jaccoud*, t. XVI, p. 722.

(3) *Traité d'anat. chir. et de chir. expér.*, 1859, t. II, p. 34.

M. Richet (1), dans son livre, estime que « ces locules divi- « sées par des cloisons celluleuses, ne sont, en d'autres termes, « que du tissu cellulaire à larges mailles, mais non une véri- « table cavité : ce qui explique, ajoute-t-il, comment en France, « nous n'avons jamais pu retrouver cette prétendue bourse « muqueuse. »

M. Sappey (2), M. Paulet (3), la rejettent également. « Soit « par la dissection directe, soit par l'injection ou l'insufflation, « dit ce dernier, il ne m'a jamais été possible de trouver autre « chose que du tissu conjonctif à larges mailles. » Toutefois la proscription n'est pas universelle : et il faut remarquer, qu'outre Weber et Frerichs, M. Verneuil (4) en a reconnu l'existence.

La question en était là, toujours pendante, les ouvrages d'anatomie (5) reflétant l'incertitude causée par les dénégations de bouches si compétentes, quand M. Tillaux (6) (1877) vint l'éclaircir d'un jour nouveau. Il croit à l'existence de la bourse sublinguale, à laquelle il propose de conserver le nom de *Fleischman*, et il en tire habilement parti pour expliquer la grenouillette aiguë, difficile à concilier avec son opinion de 1858. L'idée qu'il se fait de cette bourse séreuse, la manière dont il la démontre diffèrent assez de la description de l'anatomiste allemand, pour mériter d'être rapportées. « La muqueuse « linguale partie de la pointe de la langue tapisse la portion « libre de la face inférieure de cet organe, et va ensuite s'atta- « cher à la face postérieure de la mâchoire pour se continuer « avec la muqueuse gingivale. Cette insertion a lieu tout près « du bord supérieur de la mâchoire, à quelques millimètres de « l'incisive. Le génio-glosse, au contraire, s'attache à la face « postérieure de la mâchoire, beaucoup plus près de son bord « inférieur. Entre ces deux plans, l'un superficiel ou muqueux, « l'autre profond ou musculaire, existe donc un espace consi- « dérable.... C'est dans cet espace, et à la partie inférieure que

(1) *Traité pratique d'anatomie méd. chir.*, 1877, p. 350, en note.
(2) *Anat. descriptive*, 1877, t. IV, p. 67.
(3) *Dict. encyclopédique des sc. méd.*, 2e série, t. Ier, p. 352.
(4) Cités par M. Desprès. *Loc. cit.*
(5) Cf. Cruveilhier, *Anat.*, t. II, p. 59. — Demarquay, *Dict. Jaccoud*, t. XX, p. 115. — Jarjavay, *Anat. chir.*, 1854. t. II, p. 146.
(6) *Traité d'anat. topographique*, 1879, 2e édition, p. 318.

« se trouvent situés la glande sublinguale et les canaux qui y « sont accolés. C'est même la présence de la glande qui fait « que la muqueuse abandonne le muscle génio-glosse pour « passer au-dessus d'elle. »

Le premier argument de M. Tillaux est donc, pour ainsi dire, une idée *a priori*; deux organes, le muscle génio-glosse et la muqueuse sont maintenus séparés par un troisième, la glande sublinguale ; il doit donc y avoir un espace libre entre eux. Et il appuie cette conception sur l'examen d'une coupe antéro-postérieure de la mâchoire inférieure, faite sur la ligne médiane; mode de préparation qu'il considère comme péremptoire, et qu'il conseille à quiconque veut se faire une idée nette de la chose. Il en conclut (1) que « cette bourse aplatie a la forme « d'un triangle. Il n'en existe qu'une seule, divisée sur la ligne « médiane, sous la forme de bissac, par le frein de la langue. « Elle présente à considérer deux faces, l'une accolée à la mu-« queuse du plancher de la bouche, l'autre tapissant la face « antérieure du génio-glosse. La base correspond au corps de « la mâchoire, le sommet au point où cesse le frein de la lan-« gue. Elle s'étend sur les côtés jusqu'à la première ou deuxième « grosse molaire. Les dimensions varient comme celles du su-« jet. » 45 millimètres de hauteur, 17 millimètres de profondeur sur le sujet représenté.

Cette nouvelle manière de concevoir et de décrire la bourse sublinguale diffère donc de la première par deux points importants : les vastes dimensions qu'elle lui donne, la fusion des deux cavités latérales en une seule médiane. Toutes deux sont d'accord sur un point : l'existence presque constante de la bourse séreuse. Elles sont en présence d'une opinion diamétralement opposée : les dénégations de MM. Richet, Sappey et Paulet:

Nous examinerons d'abord la description de M. Tillaux.

En reproduisant la préparation conseillée par cet auteur, on constate qu'à l'endroit désigné, sur la coupe, entre le muscle génio-glosse et la muqueuse, il existe une cavité allongée d'avant en arrière, tapissée d'une mince couche lamelleuse, cavité qui s'exagère démesurément par une traction de la langue en avant

(1) *Loc. cit.*

et en haut. Mais je dois déclarer tout d'abord que la profondeur de la cavité ne m'a paru atteindre que rarement les dimensions sus-indiquées. Sur dix coupes, je n'ai vu qu'une fois, sur un homme de 39 ans, et du côté gauche seulement, la cavité se prolonger latéralement en s'effilant entre le muscle et la muqueuse, derrière l'arcade alvéolaire jusqu'à la deuxième grosse molaire; à droite, elle était toute petite et n'avait qu'un centimètre de profondeur.

Ce fait démontre donc : 1° qu'il peut exister sous la muqueuse du plancher buccal, comme le décrit M. Tillaux, un espace libre qui la sépare du muscle, car la cavité était complète, sans brides celluleuses, sans cloisons, sauf un peu de tissu reticulé, tout à fait au voisinage de la deuxième molaire. — Elle n'était pas artificielle : on ne peut pas accuser le mode opératoire, puisqu'aucun instrument n'avait porté sur la région voisine des molaires, et que les deux côtés de la coupe se contrôlaient. A gauche, en saisissant sur la coupe la muqueuse, on la soulevait librement jusqu'au niveau de la deuxième grosse molaire; à droite, on ne pouvait le faire qu'en déchirant des brides celluleuses.

2° La proportion 1 sur 10 ne présente pas cette disposition comme ordinaire : l'examen du plancher buccal, par d'autres procédés, prouvera surabondamment qu'elle est exceptionnelle.

Or, quand la cavité qui se forme entre le muscle génio-glosse et la muqueuse, sur la coupe antéro-postérieure, n'a pas cette grande dimension qui fait foi de son existence, on se demande si la préparation de M. Tillaux, montre les organes dans leurs conditions normales. Cette cavité allongée d'avant en arrière, entre le muscle et la muqueuse, est bien constante : on peut même faire glisser dans le creux de l'angle dièdre, ainsi formé, le revêtement membraneux, en saisissant un de ses bords avec une pince. Il semble donc tout d'abord que l'on soit en présence de la paroi de la cavité cherchée. Mais si l'on jette les yeux sur l'interstice qui sépare le génio-glosse du génio-hyoïdien, on constate le même phénomène : même lamelle conjonctive mobile, même apparence de cavité que l'on n'a cependant jamais songé à décrire comme réelle, et qui tient plutôt, comme la première, à ce que le tissu conjonctif très fin et très lâche de toute la région, n'étant plus soutenu par l'autre moitié de la

mâchoire, s'affaisse et creuse entre les organes des cavités que la moindre tension décuple. Il semble que le procédé de la coupe antéro-postérieure, excellent pour démontrer une cavité de grandes dimensions, a l'inconvénient de ne pas respecter suffisamment l'état normal de parties délicates, et ne peut servir à l'étude des cavités plus petites. Une description qui le prend uniquement pour base, lui empruntera un caractère théorique ou d'exception, plutôt que réel et général. De plus, la section sur la ligne médiane, ne permet pas de vérifier si la cloison sous-jacente au frein, sépare, comme le dit Fleischman, deux cavités distinctes, ou n'existe pas, comme le veut M. Tillaux.

Parmi les autres procédés appliqués aux cavités séreuses, l'injection ou l'insufflation demandent beaucoup de circonspection et inspirent de la défiance, quand il s'agit de recherches dans un tissu délicat : on peut toujours se demander, sans moyens de contrôle, si une cavité ainsi démontrée, n'est pas artificielle et créée de toutes pièces. Il ne faut cependant pas les rejeter complètement. C'est ainsi qu'ils mettent en lumière la nature de la couche sous-muqueuse du plancher buccal.

Si on pique avec une canule aiguillée la muqueuse à côté du frein et qu'on insuffle, l'air s'infiltre peu à peu et finit par soulever tout le plancher buccal en une masse arrondie qui masque la crête sublinguale, dépasse les arcades dentaires et repousse la base de la langue; même fait par l'injection d'une matière non coagulable.

Dans ces deux opérations, il faut bien le remarquer, la tumeur ne se forme pas immédiatement, du premier jet, comme s'il s'agissait de la réplétion d'une cavité libre : elle apparaît de proche en proche, progressivement : quoiqu'elle se généralise assez vite, on sent des résistances vaincues. — De ces simples expériences, on peut donc en déduire : 1° que si elles rendent compte de la production presque subite de la grenouillette aiguë, elles ne permettent pas plus de conclure à la préexistence d'une cavité, que l'hydropisie subite dont parle M. Tillaux(1). Elles prouvent que la couche sous-muqueuse est très lâche, puisqu'elle se laisse facilement pénétrer, mais qu'elle existe continue, puisqu'elle ne cède que peu à peu. — Dans

(1) *Loc. cit.*

une injection au mercure j'ai même pu trouver une des cavités séreuses dont il sera question plus loin, seule vide, tandis que tout le tissu ambiant était rempli par le métal.

2° S'il existe une cloison de séparation entre les deux côtés du plancher buccal, elle est peut résistante ou tout au moins incomplète.

Dans l'étude de la région sublinguale, il faut donc partir de ce fait initial que la couche sous-muqueuse est continue mais très lâche. Cette laxité est en rapport avec les conditions physiologiques des organes réunis dans la paroi inférieure de l'enceinte buccale, et qui se résument en une grande mobilité dans un espace resserré à limites fixes. La langue participe, en effet, à un nombre considérable de mouvements : déglutition, mastication, succion, articulation des sons, qui ne la laisse pour ainsi dire jamais en repos. Pour se prêter à ces déplacements incessants soit de haut en bas, soit d'avant en arrière, elle n'est reliée directement au maxillaire inférieur qui encadre sa base, qu'en un seul point par l'insertion des génio-glosses, en avant sur la ligne médiane.

Les oscillations dans le plan vertical décriront donc une courbe d'autant plus étendue que l'on se porte plus en arrière : la base de la langue s'étalant davantage et étant en contact plus intime avec les parois osseuses au niveau des molaires, il y a là comme un maximum de frottement entre le noyau lingual et les arcades. D'autre part, la muqueuse linguale qui fait corps avec la partie libre de la langue et qui redevient immobile sur les gencives, reste indépendante du corps des génioglosses pour se prêter à leur raccourcissement et à leur extension. Le tissu conjonctif qui comble tous ces espaces se trouve donc, en ces divers points, dans des conditions de mobilité et de pression peu communes, surtout par leur extrême fréquence, sinon par leur intensité. — On doit s'attendre dans un terrain si bien préparé, à voir apparaître quelques-unes de ces bourses séreuses, décrites par Velpeau et M. Richet (1), et qui, malgré leur état souvent rudimentaire, n'en méritent pas moins leur nom, comme l'ont établi ces savants anatomistes.

(1) *Loc. cit.*, p. 58.

C'est à préciser la fréquence et la disposition exacte de ces cavités séreuses accidentelles que nous nous sommes attaché.

Le seul procédé qui nous ait paru pratique, et le moins sujet à critique, est la dissection attentive et méthodique du plancher buccal. On explore ainsi toute la région couche par couche et pas à pas. La mâchoire inférieure une fois enlevée, est solidement fixée sur une table; la langue, rejetée sur le côté, est maintenue tendue. La muqueuse est détachée par une incision portant sur le bord de la langue de la pointe à la base, à un niveau où elle adhère encore au muscle, de façon à être sûr de n'enlever qu'elle sans empiéter sur les couches conjonctives sous-jacentes. On peut toujours, en procédant ainsi, mettre à nu au-dessous de la muqueuse une couche conjonctive lamelleuse qui offre la même disposition que cette membrane. Ces deux couches faiblement adhérentes, doivent se mouvoir ensemble, car il n'y a entre elles, aucune trace de séparation. Au-dessous de cette lamelle, on tombe sur la portion réellement lâche du tissu conjonctif. Nous décrirons séparément la partie antérieure du plancher buccal et les deux gouttières antéro-postérieures qui longent les molaires, en prenant pour limite la ligne qui rejoint les premières grosses molaires.

I. *Région antérieure.* — Douze fois sur cinquante-quatre dissections, c'est-à-dire une fois sur quatre ou cinq cas, je n'ai trouvé des deux côtés du frein, dans toute l'étendue de la région, que du tissu conjonctif plus ou moins lâche, unissant la muqueuse et la lamelle qui la double aux couches plus profondes. Chez quelques sujets, ce tissu est même résistant; chez d'autres il contient de la graisse, non seulement visible au microscope, mais accumulée en traînées jaunâtres le long du frein ou de la glande sublinguale. Même chez les individus dont cette couche conjonctive est dense, elle ne l'est pas uniformément; il y a toujours des points qui d'une façon assez constante, offrent une laxité plus grande que les autres. Derrière la symphyse mentonnière, entre les extrémités internes des deux glandes sublinguales qui surplomblent les apophyses géni, le tissu conjonctif a toujours un caractère qu'il conserve en arrière jusqu'à la hauteur des canines. Il a l'air caverneux, comme insufflé ou spumeux, tant les lamelles sont minces et brillantes, et les aréoles développées : le moindre contact y creuse une cavité, mais

je puis dire dès à présent que je n'en ai jamais rencontré de naturelles en ces endroits. Sur les côtés du frein, dans la petite excavation que forment les faisceaux antéro-postérieurs du génio-glosse, en s'engageant en dedans des fibres verticales de l'hyo-glosse, le tissu conjonctif traversé par les ramifications des veines canines superficiellement, de l'artère et du nerf plus profondément, est lâche et brillant sur une étendue variable. Entre ces deux points, surtout chez les individus dont la laxité du tissu conjonctif buccal est peu développée, on trouve comme une zone où il devient lamelleux, mince et résistant.

Au-dessous apparaissent les deux génio-glosses dont l'adossement sur la ligne médiane forme, quand ils se contractent, une sorte de toit aigu, qui va en s'abaissant de chaque côté jusqu'au maxillaire, et loge, dans les gouttières latérales, les glandes sublinguales. Tous ces organes sont tapissés d'une mince couche celluleuse analogue à celle qui doublait la muqueuse.

Telle est la disposition la plus simple, la plus rudimentaire, si l'on peut ainsi dire, du tissu conjonctif du plancher buccal. Il est absolument impossible d'y découvrir aucune trace de cavités séreuses : chaque coup de scalpel détache petit à petit les couches celluleuses les unes des autres, mais elles sont unies sur toute leur étendue. Un fait frappe déjà l'observateur; la laxité du tissu conjonctif est inégale et s'accentue en certains points toujours les mêmes chez les divers sujets : le tissu retromentonnier et les côtés du frein, localisations dont la disposition et le jeu des organes peuvent, jusqu'à un certain point rendre compte. En avant la saillie de l'extrémité interne de la glande, au-dessus de l'insertion du génio-glosse, maintient comme l'a indiqué M. Tillaux, un espace libre, où le tissu conjonctif est sans cesse tiraillé par les déplacements du muscle. En arrière, la saillie successive ou simultanée, suivant les mouvements, des bords antérieurs des deux musles, la présence de nombreuses ramifications vasculo-nerveuses, la réflexion de la muqueuse qui se recourbe sous la partie libre de la langue, le relief du frein, concourent à agir dans le même sens sur la couche conjonctive ; il n'est donc pas étonnant qu'en ces deux points elle soit plus lâche.

Sur les quarante-deux autres sujets, j'ai rencontré chaque fois une ou plusieurs cavités séreuses. On peut dire que l'on assiste

à leur apparition par gradations insensibles : on ne peut choisir un meilleur exemple qui présente ces cavités accidentelles, avec toutes leurs variétés de forme et de développement, tous leurs degrés successifs de perfectionnement depuis l'excavation la plus irrégulière à peine marquée, jusqu'à la disparition totale de tout le tissu conjonctif, sur une vaste surface réalisant la demi-bourse sublinguale de M. Tillaux, que je suis porté à regarder comme très exceptionnelle ne l'ayant rencontrée qu'une fois. Ces cavités séreuses ont pour région les limites assignées par Fleischman, le voisinage de la racine de la langue de chaque côté du frein, jusqu'à la glande sublinguale. La partie antérieure du plancher buccal ne m'en a jamais présenté.

Sur une femme de quarante-cinq ans, à gauche, la cavité s'allongeait de 2 centimètres sur la face externe des génio-glosses, obliquement dirigée en avant et en dedans.

Dans sept cas, j'ai noté une petite cavité oblongue ou pisiforme, à parois nettes, à 1 centimètre de frein, tout à fait à l'origine de la partie libre de la langue, quelquefois accompagnée un peu plus en avant d'une autre cavité également arrondie. Tantôt la configuration se rapproche davantage de la description de Fleischman, les limites sont moins précises, l'espace clos se perd en diverticules dans le tissu voisin : il y a des cloisonnements, des brides formant à la cavité principale des locules accessoires. Tantôt la petite cavité superficielle n'est que le vestibule d'une anfractuosité plus grande qui s'insinue entre les ramifications vasculo-nerveuses, et se prolonge le long du génio-glosse sous les vaisseaux. J'ai pu obtenir les moules de quelques-unes de ces petites cavités, en y laissant couler quelques gouttes de cire, une fois qu'elles sont découvertes et incisées : leur surface est rugueuse, leur forme irrégulièrement sphérique ou ovale de 10 à 15 millimètres de diamètre : l'un d'eux a un prolongement inférieur relié au corps principal par un mince pédicule. Sur deux sujets la cavité séreuse unique siégeait plus en avant, le long du bord interne de la sublinguale, au niveau de la deuxième petite molaire : c'était une bourse bien dessinée, ovale, de 1 centimètre environ.

Le fait qui se dégage de l'étude nécessairement incomplète de ces cavités séreuses, est leur variabilité extrême de siège, mais surtout de formes et de dimensions. Elles échappent à

toute description. Il semble cependant qu'il y ait répartition inégale des deux côtés du frein, avec prédominance pour le côté gauche. Sur neuf sujets, je ne les ai trouvées distinctement que du côté gauche : sur quatre autres, elles étaient notablement plus développées de ce côté-là; tandis que dans trois cas seulement, il y avait siège exclusif ou tout au moins prédominance du côté droit. En présence d'une simple différence de degré, la comparaison exacte est souvent difficile, mais la localisation répétée d'un seul côté frappe l'esprit.

Les cavités séreuses étant, en quelque sorte des témoins du fonctionnement des organes, leur présence, en un point plutôt que dans un autre, est liée à une répétition ou une étendue plus grande des mouvements en ce point. Si l'observation confirmait leur prédilection pour le côté gauche du plancher buccal ou leur existence fréquente d'un seul côté du frein, on serait en droit d'en conclure que certains sujets sont gauchers par la bouche ou tout au moins se servent plus volontiers des muscles d'une des moitiés du plancher buccal. Ce fait rappelle les prédominances que crée l'habitude dans l'emploi des organes symétriques.

Il y a peu d'ambidextres : on est plutôt droitier ou gaucher. Les centres psychiques participent eux-mêmes à ces différences.

C'est ainsi que Broca expliquait les cas qu'on lui objectait, de destruction de la troisième circonvolution frontale gauche sans aphasie : la droite avait dû être seule employée jusque-là. Il est possible qu'une étude plus approfondie des mouvements de la langue dans l'articulation des sons, dans la déglutition, fasse reconnaître pour eux ces mêmes particularités; mais la mastication en offre certainement un exemple. Bien des personnes, par le fait d'une habitude inconsciente ou d'une altération du système dentaire, finissent par mastiquer plutôt d'un côté que de l'autre, et éprouvent même un certain embarras à le faire avec le côté déshabitué.

La langue qui suit tous les mouvements des mâchoires, se portera donc continuellement vers l'un des côtés de la bouche plutôt que vers l'autre : d'où le développement inégal des cavités séreuses.

Quant à leur fusion sur la ligne médiane, admise par M. Tillaux, je ne l'ai jamais rencontrée par la dissection. Si l'on ré-

pète de chaque côté du frein la dissection indiquée plus haut, on constate qu'il reste au-dessous de la muqueuse un plan membraneux mince, étendu de champ jusqu'au muscle, formant une cloison nette, là où le frein est saillant, mais qui s'efface en avant et se perd dans le tissu retro-mentonnier.

En déplaçant tant soit peu la coupe antéro-postérieure, soit à droite, soit à gauche, j'ai, d'ailleurs, cru reconnaître six fois sur dix cette même cloison membraneuse; mais ce procédé est moins sûr que la dissection. On peut donc retenir, comme démontré, que les cavités du plancher de la bouche sont symétriques, comme le disait Fleischmann, séparées sur la ligne médiane par une cloison sous-jacente au frein, mais qui est incomplète en avant, derrière la symphyse, et permet libre communication entre les deux moitiés du plancher buccal.

II. *Région postérieure ou molaire.* — M. Tillaux assigne à sa bourse sublinguale, comme limite postérieure, un cul-de-sac, qui s'étend jusqu'à la première ou deuxième grosse molaire. Dans les cas très favorables de développement, on trouve, en effet, réunies en une seule cavité, les bourses antérieures et celles qui existent à ce niveau. Mais il est beaucoup plus fréquent de voir les deux régions indépendantes, justifier la division que nous avons adoptée.

Au niveau des dernières molaires, se réalise, comme nous l'avons indiqué, un maximum de frottement entre le noyau lingual et les parois osseuses, par suite de l'amplitude des mouvements de la langue, dont le point fixe est en avant, et des dimensions croissantes de son diamètre transverse.

La glande sublinguale, recouverte par la muqueuse, accompagnée sur son bord interne par le canal de Wharton, se prolonge dans la gouttière linguo-alvéolaire, graduellement rétrécie, jusqu'à la deuxième grosse molaire, ou son interstice avec la troisième.

En ce point, le nerf lingual, qui était resté accolé dans son trajet descendant, le long du maxillaire inférieur, s'en détache, croise le canal de Wharton, en passant au-dessous de lui, et vient se ramifier sur le bord de la langue, au-devant de l'hyoglosse. Tous ces organes plongent dans une atmosphère de tissu conjonctif lâche, qui est en continuité d'une part, avec celui de la région antérieure, d'autre part avec celui des parois laté-

rales du pharynx, et qui est limité en bas par le mylo-hyoïdien.

Onze fois sur seize j'ai trouvé une cavité séreuse, au niveau de la deuxième grosse molaire. Elle est en général limitée, en haut par la muqueuse, en dehors par l'extrémité postérieure de la sublinguale et le canal de Wharton, en dedans par l'hyoglosse, sur lequel le nerf lingual fait relief. Dans d'autres cas, plus rares, on trouve surajoutée une bourse plus superficielle, en dehors de la glande, entre celle-ci, la muqueuse et l'arcade alvéolaire. — Tantôt petite et arrondie, tantôt, et plus souvent, allongée d'avant en arrière, la première cavité séreuse, qui est la plus importante, peut mesurer jusqu'à 2 centimètres de longueur et répondre à la première et à la troisième grosse molaire. Sa paroi est fréquemment isolable, nettement constituée, surtout en haut et sur les côtés : en bas elle a plus de tendance à se perdre insensiblement dans le tissu aréolaire qui l'environne; mais on trouve aussi quelquefois dans la cavité les brides, les locules de toutes les bourses rudimentaires qui peuvent même la cloisonner au point de la masquer entièrement. Depuis l'absence totale jusqu'au développement complet, tous les degrés se rencontrent.

Comme type intermédiaire intéressant, j'ai trouvé deux fois, du côté droit, la bourse bien dessinée par la netteté de ses parois, encore remplie par un réseau de filaments très fins. Sur tous les points de la membrane s'attachait un réticulum ténu et brillant, bien différent par sa délicatesse du tissu environnant; la résorption n'était pas achevée.

Tandis que ces formes incomplètes occupaient le côté droit, la bourse du côté gauche, chez les mêmes sujets, était entièrement développée. Dans cinq autres cas, elle n'existait que de ce côté : même tendance que dans la région antérieure, à la localisation d'un seul côté, et de préférence à gauche. D'une façon générale, la bourse molaire, comparée aux bourses antérieures, m'a paru plus fréquente et d'un développement relatif plus grand, ce qui est en rapport avec les considérations physiologiques du début. Il arrive souvent de ne trouver que du tissu conjonctif lâche, au point d'élection de Fleischmann, et de tomber sur une bourse molaire bien nette.

Quand toutes ces cavités séreuses sont fortement développées, elles peuvent arriver à se toucher et à n'être plus séparées que

par une mince cloison membraneuse : un degré de plus et celle-ci disparaît, confondant alors chaque moitié du plancher buccal en une vaste cavité, qui est le terme le plus élevé d'une longue série de dispositions intermédiaires bien moins avancées, et dont le terme opposé est leur absence totale. Entre ces deux termes, celui-ci me paraît de beaucoup le plus fréquent : je l'ai constaté dans le quart ou le cinquième des cas ; je n'ai retrouvé l'autre qu'une fois sur cinquante-quatre.

M. Richet (1) admettait que les bourses séreuses accidentelles étaient dépourvues de la couche d'épithélium pavimenteux qui tapisse les autres cavités séreuses. D'autre part, pour M. Tillaux (2), la membrane qui forme la bourse sublinguale est recouverte dans toute son étendue d'une couche épithéliale.

J'ai essayé plusieurs fois, sans succès, d'imprégner par le nitrate d'argent les parois des cavités sublinguales les mieux formées ; mais ce résultat négatif ne doit être attribué qu'à l'altération cadavérique, car les connaissances histologiques actuelles ne permettent pas de douter de l'existence d'un épithélium dans toute cavité séreuse, quelque minime qu'elle soit.

La bourse sublinguale n'est donc pas à mon sens un organe constant et toujours identique à lui-même. — Il n'y a pas une bourse sublinguale : quand il en existe, il y a plutôt des bourses sublinguales.

Toute description unique est arbitraire et ne répond pas à la généralité. On peut la résumer en quelques mots.

La muqueuse du plancher buccal est doublée d'une couche de tissu conjonctif qui l'unit aux organes sous-jacents.

Cette couche devient lâche par suite de la mobilité de ces organes.

Sur le fœtus avant terme, les auteurs ont noté qu'elle ne l'est pas.

La laxité du tissu conjonctif n'est pas uniforme ; elle est plus grande en certains points d'élection, qui sont par ordre croissant d'importance : le tissu rétro-symphysien, — le point de Fleischmann, c'est-à-dire les côtés du frein, près de l'origine de la portion libre de la langue jusqu'au bord interne de la sublinguale, — le voisinage de la deuxième grosse molaire.

(1) *Loc. cit.*, p. 58.
(2) *Loc. cit.*, p. 319.

Dans les deux derniers points, la laxité peut être telle, qu'il y apparaisse des bourses séreuses, très variables, comme forme et dimensions. Le dernier degré du développement est leur fusion de chaque côté en une cavité unique.

Les cavités de chaque côté sont toujours indépendantes, séparées sur la ligne médiane par une cloison sous-jacente au frein; mais la laxité constante du tissu médian rétro-symphysien, permet toujours une facile communication entre le tissu conjonctif des deux moitiés du plancher buccal.

Il y a donc au moins deux bourses sublinguales symétriques, et il est commun d'en rencontrer plusieurs de chaque côté du frein.

Conclusions.

Il semble que l'on puisse conclure de ce qui précède, que le siège de la grenouillette, même aiguë, ne doit pas être dans les bourses sublinguales. Leur existence est inconstante; leurs dimensions sont en général minimes; leurs parois très faibles et mal soutenues par un tissu ambiant très lâche. Tout au plus pourrait-on leur laisser l'origine du liquide; mais il doit facilement rompre les cavités qui le secrètent et faire hydropisie dans le tissu conjonctif lâche. — M. Tillaux qui localise la grenouillette aiguë, dans la bourse de Fleischmann, donne à cette dernière comme limites, il faut bien le remarquer, celles de la portion la plus lâche de cette couche conjonctive. Si nous contestons que cette couche forme dans la majorité des cas, une cavité séreuse à proprement parler, il est bien certain, comme nous l'avons fait ressortir que c'est elle qui offre un champ ouvert au liquide qui s'épanche, de quelque source qu'il provienne pour y déterminer rapidement des tumeurs volumineuses. Les cavités séreuses ne sont que des formations secondaires, en général peu considérables, et que l'on n'est autorisé à identifier avec cette couche de tissu conjonctif lâche, que dans certains cas exceptionnels de développement.

MÉMOIRE SUR UN NOUVEL HELMINTHE

LE

SCLEROSTOMA BOULARTI

QUI VIT DANS LA TRACHÉE DU CASOAR

Par P. MÉGNIN

(PLANCHE XXX.)

Le 5 mars 1883, en disséquant un casoar à casque (*Casuarius galeatus* Vieillot) qui venait de mourir à la ménagerie du muséum de Paris, M. Boulart, attaché au laboratoire d'anatomie comparée de cet établissement, fut frappé de l'aspect de quelques helminthes qu'il trouva adhérents à la muqueuse de la trachée de cet oiseau et les prit tout d'abord pour des syngames dont ils avaient les dimensions, la forme et la couleur; seulement les mâles n'étaient pas soudés aux femelles comme cela se présente dans cette espèce et se trouvaient libres dans leur voisinage. M. Boulart m'ayant confié ces helminthes pour en faire l'étude, je reconnus que, tout en étant très voisins des syngames, ils n'en différaient pas seulement parce que les individus de sexe différent n'étaient pas intimement unis, mais encore par quelques autres détails anatomiques : la capsule buccale n'avait pas les mêmes bords renversés en dehors et festonnés, la vulve de la femelle était plus éloignée du cou, le mâle avait des spicules plus longs, et enfin l'intestin, dans les deux sexes, au lieu d'être rectiligne, était plus long que le corps dans lequel il formait des zig-zags. Mes recherches bibliographiques sur les strongyliens à bouche coriace ne m'ayant fait reconnaître aucune analogie entre les espèces connues et celle que j'avais sous les yeux, j'en ai conclu que j'avais affaire à une espèce nouvelle non encore décrite; c'est même le premier helminthe qu'on rencontre chez le casoar, aucun parasite de ce genre n'ayant été signalé jusqu'à présent sur cet oiseau, que je sache.

Mais, je le répète, bien que ce strongylien doive constituer

une espèce nouvelle qui se rattache au genre *Sclerostoma*, il n'en est pas moins très voisin du *Syngamus trachealis* dont il a les mêmes mœurs, la même taille, la même couleur et presque la même organisation, la différence capitale qui l'en sépare étant l'absence d'union permanente des deux sexes qui caractérise l'espèce unique du genre Syngamus. Aussi est-on en droit de se demander maintenant si la création du genre Syngamus est bien justifiée, et si Diesing n'était pas dans le vrai en faisant du Syngamus une espèce du genre *Sclerostoma* sous le nom de *Sclerostoma syngamus*; de cette façon, deux espèces très voisines resteraient côte à côte tandis qu'elles sont réparties dans deux genres différents; la découverte du nouvel helminthe du casoar prouve que Dujardin a eu tort de créer le genre Syngamus en se basant exclusivement sur une particularité des fonctions de reproduction et non sur des différences anatomiques comme celles sur lesquelles on doit uniquement se baser pour constituer les coupes génériques.

Le genre *Sclerostoma*, créé par Blainville pour des nématoïdes qui constituaient pour Rudolphi, sous le nom de *Sclerostomata*, la première section du genre *Strongylus* de Müller, a pour caractères :

« Vers à corps blanc, brunâtre ou rouge, cylindrique, assez « épais, un peu aminci en avant pour le mâle et de part et d'autre « pour la femelle, vingt à trente fois environ plus long que « large; tête globuleuse, tronquée, quelquefois plus large que « le cou, soutenue à l'intérieur par une capsule cornée dont « l'ouverture terminale, tenant lieu de bouche, est large, orbi- « culaire, dirigée en avant ou un peu de côté et quelquefois « garnie d'un ou plusieurs rangs de dents ou de pointes; œso- « phage épais, musculeux, renflé postérieurement et tenant lieu « de ventricule, traversé par un canal triquêtre ou à trois plis; « intestin large ordinairement coloré; téguments à stries trans- « verses très fines.

« *Mâle* ayant l'extrémité caudale tronquée et terminée par « une large expansion membraneuse foliacée, formée de deux « lobes latéraux soutenus par des côtes plus épaisses, réunis en « arrière à un petit lobe médian plus ou moins apparent qui « représente la pointe caudale; du milieu de la bourse caudale « sortent deux spicules longs et grêles.

« *Femelle* ayant l'extrémité caudale amincie, conique; anus « en avant de la pointe caudale; vulve aux deux tiers de la lon- « gueur en avant ou en arrière ».

Le genre *Sclerostoma* renferme deux espèces propres à des mammifères herbivores : le *Sclerostoma hypostomum* Rud. qui vit dans l'intestin des petits ruminants sauvages et domestiques, chevreuil, chamois, mouton, etc., et le *Sclerostoma equinum* Blainv. qui vit dans le cœcum et le colon du cheval et dont une variété vit dans les anévrismes de l'artère mésentérique du même animal. On a encore rangé, mais avec doute, dans ce genre, deux strongyliens à bouche coriace, trouvés au Brésil, l'un dans l'intestin d'un lézard et l'autre dans l'intestin d'une couleuvre. Enfin, comme nous l'avons déjà dit, Diesing range parmi les sclerostomes le syngame des gallinacés.

L'helminthe qui nous occupe constituerait donc une sixième espèce du même genre et je la dédie à M. Boulart, l'auteur de sa découverte. La diagnose de cette nouvelle espèce sera la suivante :

Sclerostoma Boularti.

(Planche XXX.)

Corps mou, coloré en rouge vif par un liquide interposé entre les viscères, à intestin plus long que le corps et décrivant des zigzags et à tête plus étroite que le cou.

Mâle long de 7^{mm}, *large de* $0^{mm},45$, *à tête étroite, large de* $0^{mm},20$ *et à ouverture buccale terminale large de* $0^{mm},12$. *Corps droit cylindrique tronqué en arrière, terminé par une bourse membraneuse en deux lobes soutenus chacun par cinq nervures entre lesquels émergent deux spicules égaux grêles longs de* $0^{mm},65$.

Femelle longue de 18 à 20^{mm}, *large de* $0^{mm},85$; *tête large de* $0^{mm},50$ *à ouverture buccale large de* $0^{mm},35$. *Corps cylindrique généralement arqué en hameçon, à queue conique, courte; anus s'ouvrant près de l'extrémité; vulve saillante au tiers antérieur du corps. Ovipare. Œufs lisses, ovoïdes longs de* $0^{mm},08$ *larges de* $0^{mm},055$ *avec un opercule à la petite extrémité.*

Vit dans la trachée du casoar.

Nous allons maintenant étudier, au point de vue de l'anatomie, les diverses régions du corps de cet helminthe.

Enveloppe du corps. La cuticule est très mince, diaphane, en

apparence simple (pl. XXX, fig. 4); elle est finement striée chez les jeunes sujets et dans certaines régions, car chez les adultes et chez les femelles, surtout lorsqu'elles sont pleines d'œufs, la cuticule est tendue et lisse. A la tête, elle se soude à la face externe de la cupule buccale sans lui faire une collerette comme chez les syngames. Chez le mâle, la cuticule forme la bourse caudale fortement échancrée en avant et divisée en deux lobes soutenus chacun par cinq nervures larges, aplaties, dont les externes sont réunies en deux faisceaux; il n'y a pas, comme chez les strongyliens en général, un petit lobe impair entre les deux grands lobes et simulant en quelque sorte une queue. Une mince couche musculaire, transparente, divisée en quatre faisceaux, tapisse la cuticule.

Appareil digestif. La *bouche* (pl. XXX, fig. 4) s'ouvre à l'extrémité antérieure du corps; elle est constituée par une cupule hémisphérique, cornée, dont le bord, qui forme la lèvre buccale, au lieu d'être renversé en dehors et festonné comme chez le syngame, est, au contraire, aminci et renversé en dedans, et ne présente ni festons, ni dentelures. Le fond de la capsule buccale est un véritable pharynx auquel est soudée l'extrémité supérieure de l'œsophage; il est percé d'une ouverture cruciale et, sur les côtés de cette ouverture, sont disposées en rayon, six papilles dures tranchantes qui sont de véritables lancettes fixes, jouant le même rôle que celles de la ventouse de Sarlandières, c'est-à-dire qu'elles sont destinées à déchirer la muqueuse lorsque celle-ci, par l'effet de l'aspiration produite par les mouvements péristaltiques de l'œsophage, est venue remplir la cupule buccale.

L'*œsophage* (pl. XXX, fig. 4) est relativement court, très épais, renflé en massue postérieurement et percé dans sa longueur d'un conduit triquêtre; la muqueuse qui tapisse ce conduit est doublée d'une mince couche musculeuse longitudinale et enveloppée d'une couche de fibres radiées se croisant en X, très puissantes, qui font de l'œsophage un remarquable instrument d'aspiration.

L'*intestin* (pl. XXX, fig. 2 et 3) est cylindrique, large, coloré en brun foncé et plus long que la partie du corps dans laquelle il est contenu, ce qui fait qu'il décrit des zigzags depuis l'œsophage à l'anus; ce dernier s'ouvre très près de la base de la queue, qui est courte et obtuse chez la femelle; chez le mâle,

l'anus s'ouvre près de l'échancrure qui sépare les deux lobes de la bourse caudale.

Le système nerveux est constitué ici, comme chez tous les Nématoïdes, par un ganglion formant collier autour de l'œsophage, émettant quatre cordons en avant et quatre en arrière.

Appareil génital. — Chez le *mâle* (pl. XXX, fig. 3), l'appareil génital est conforme au type qui existe dans la généralité des Nématoïdes, c'est-à-dire qu'il est constitué par un testicule sous forme d'un long et mince tube cylindrique enroulé autour de l'intestin et replié une fois sur lui-même; il vient s'ouvrir en avant de l'anus, et en ce point il est accompagné de deux spicules égaux, grêles, un peu arqués et longs de $0^{mm},65$; ces spicules ne sont pas lisses, mais finement annelés ou rugueux (pl. XXX, fig 5). Le testicule ne présente pas ici le renflement, sorte de vésicule séminale, si curieux, qui se remarque chez le syngame. Comme chez ce dernier, les spermatozoïdes sont de très petites cellules rondes à diamètre variant entre $0^{mm},001$ et $0^{mm},003$.

Chez la *femelle,* l'appareil génital se compose d'un utérus à deux cornes se séparant immédiatement après l'ouverture vulvaire; celle-ci est une ouverture transversale, bordée de deux lèvres et située à 6 millimètres de la bouche (pl. XXX, fig. 2). Le vagin n'existe pour ainsi dire pas; immédiatement après son insertion dans le cloaque commun, chaque corne se dirige l'une en avant et l'autre en arrière. La première portion de chaque corne est un tube étroit ou oviducte ne laissant passer qu'un œuf à la fois; cette partie est longue de 3 millimètres environ, puis elle se renfle de manière à quintupler de diamètre et constitue alors un véritable utérus bourré d'œufs qui longe l'intestin sur une longueur de 5 à 6 millimètres; la corne se rétrécit ensuite en un tube très étroit plus long que le corps qui s'enroule plusieurs fois autour de l'intestin comme les torons d'une corde : c'est l'ovaire. Cet ovaire ne contient que des ovules à un degré de développement d'autant plus avancé qu'on les observe plus près du renflement utérin; nous n'avons pas remarqué sur la longueur de cet ovaire le renflement spécial qui a été nommé vésicule copulatrice par les helminthologistes et dont l'existence a été constatée chez plusieurs nématoïdes.

Les *œufs* (pl. XXX, fig. 6) sont, comme nous l'avons déjà dit, ovoïdes, mesurant 0mm,080 de long sur 0mm,055 de large; ils présentent à leur petite extrémité une ouverture fermée par un opercule destinée à la sortie de l'embryon. La segmentation du vitellus s'opère dans l'utérus, et la forme de l'embryon se dessine déjà lorsque les œufs sont pondus, car il y a ici une véritable ponte et les œufs ne sont pas mis en liberté seulement par la mort et la destruction du cadavre de la femelle, comme chez le syngame, où la vulve est oblitérée indéfiniment par le mâle. Le développement complet de l'œuf se fait probablement dans l'eau où s'abreuve le casoar et où il les expulse, pendant les accès de toux, quand il boit; nous disons probablement, car nous n'avons pas fait d'expériences pour vérifier le fait, mais nous pouvons regarder cette hypothèse comme très vraisemblable d'après les faits que nous avons observés chez le syngame et les expériences auxquelles nous nous sommes livré pour suivre le développement des embryons de ce dernier parasite, expériences qui nous ont permis d'en établir l'embryologie complète.

Quant à l'action nocive du *Sclerostoma Boularti* du casoar, s'il n'est jamais plus nombreux dans la trachée de cet oiseau que ne l'a vu M. Boulart dans le sujet qu'il disséquait, où il n'y en avait pas plus d'une demi-douzaine de couples, cette action nocive doit être assez faible, et ces parasites doivent tout au plus provoquer quelques accès de toux. Pour causer la mort, il faut qu'ils soient assez nombreux pour obstruer la trachée et provoquer la suffocation. Chez les jeunes casoars, chez lesquels la trachée a un diamètre beaucoup plus étroit que chez les adultes, le nombre de parasites nécessaire pour obstruer la trachée pourra être beaucoup moins grand, mais il n'en faudra pas moins quelque cinquantaine. Ajoutons que ces parasites n'agissent pas seulement par leur nombre, mais font aussi office de sangsues ; ils doivent déterminer par conséquent un certain degré d'anémie qui entre en ligne de compte dans le résultat fatal dont ils peuvent être la cause. Des observations ultérieures nous apprendront si ce résultat est possible de la part de ces parasites et si leur nombre est jamais assez considérable pour l'amener.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXX.

Fig. 1. — *Sclerostoma Boularti* mâle et femelle, de grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Sclerostoma Boularti* femelle grossie à 10 diamètres, montrant par transparence son organisation.

Fig. 3. — *Sclerostoma Boularti* mâle au même grossissement, montrant les mêmes détails.

Fig. 4. — Extrémité antérieure de la femelle, grossie 100 diamètres, montrant la disposition de la cupule buccale de face et de profil, les papilles tranchantes qui garnissent son fond et la constitution de l'œsophage.

Fig. 5. — Extrémité postérieure du mâle, grossie 100 diamètres, montrant la disposition de la bourse caudale et des spicules.

Fig. 6. — Deux œufs grossis à 250 diamètres, à deux degrés de développement.

NOTE
SUR UN CANARD MONSTRUEUX
APPARTENANT AU GENRE PYGOMÈLE

Par Henri GADEAU DE KERVILLE
Secrétaire de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen, etc.

(PLANCHE XXXI.)

Au mois de février 1884, j'ai eu l'occasion de disséquer un canard mâle qui présentait les trois particularités organiques suivantes, dignes, je crois, d'être signalées aux tératologistes: 1° l'existence de trois cæcums, d'une longueur sensiblement égale; 2° la dualité du pénis et, par cela même, la double voie de copulation; 3° la présence d'une masse parasitaire implantée dans les parties molles du sujet complet, entre les deux orifices cloacaux. De la nature même de ces particularités, il résulte que ce monstre doit être rangé parmi les monstres doubles parasitaires, dans la famille des Polyméliens et dans le genre Pygomèle (1). J'ajouterai que j'ai eu la satisfaction de soumettre les parties monstrueuses de cet oiseau à M. le docteur Camille Dareste, dont la compétence en cette matière est universellement connue, et que c'est sur le conseil de ce savant que je les décris aujourd'hui.

Le monstre en question était un canard ordinaire du sexe mâle, âgé de sept mois et provenant du département du Gers. Il présentait, à l'extérieur, deux orifices cloacaux complètement indépendants, dont les bords externes étaient distants l'un de l'autre d'environ 5 centimètres, et près de chacun desquels se trouvait un pénis parfaitement conformé. — La personne qui a élevé ce canard m'a dit qu'il se servait indistinctement du pénis droit ou du pénis gauche pour féconder les femelles, fait qui, du reste, n'a rien d'étonnant.

Entre les deux orifices cloacaux pendait une petite masse charnue, couverte de plumes noires et blanches, qui soutenait

(1) Camille Dareste. — *Recherch. s. l. product. artific. d. Monstruosités ou Ess. d. Tératogénie expériment.* Paris, Reinwald, 1877. (*Classific. tératologique*, p. 156.)

deux pattes atrophiées, appliquées l'une sur l'autre, et dont les extrémités traînaient à terre.

Par la dissection, j'ai reconnu que l'appareil digestif n'avait éprouvé aucune modification dans ses parties antérieure et moyenne, mais, dans la partie postérieure, il y avait trois cæcums, d'une longueur et d'un diamètre à peu près égaux, de forme et de dimensions normales, qui s'inséraient au même niveau sur l'intestin. Le rectum débouchait par un seul orifice dans un cloaque ample, pourvu de deux orifices externes entièrement distincts.

Les reins et les testicules étaient normaux ; l'uretère et le canal déférent du côté droit débouchant près de l'orifice cloacal droit et l'uretère et le canal déférent du côté gauche débouchant près de l'orifice cloacal gauche. Le pénis était double et la bourse de Fabricius simple et normale.

La masse parasitaire charnue était simplement implantée entre les deux orifices cloacaux, dans les parties molles du sujet autosite. Elle soutenait, comme je l'ai dit précédemment, deux pattes atrophiées, composées chacune de quatre doigts rudimentaires dont les trois antérieurs étaient reliés entre eux par des palmures, et appliquées l'une sur l'autre, la patte gauche étant au-dessus de la patte droite.

Les deux os métatarsiens (os canons) ne formaient qu'un seul os court; le tibia était également unique, et les péronés n'existaient pas. Les deux (?) fémurs, entièrement atrophiés et d'environ trois centimètres de longueur, étaient séparés près de leur articulation avec le tibia et soudés à leur partie supérieure qui se terminait en une sorte de sifflet à extrémité arrondie. Les os situés au-dessus de l'articulation tibio-métatarsienne, c'est-à-dire le tibia et les fémurs rudimentaires, se trouvaient au milieu même de la masse parasitaire. Enfin, par suite de l'atrophie et de la soudure de leurs surfaces articulaires, ces différents os formaient un tout complètement immobile.

La monstruosité que je viens de décrire est loin d'être nouvelle pour la science, et différents cas, se rapprochant plus ou moins de celui qui fait le sujet de cette note, ont été déjà signalés par plusieurs anatomistes, notamment par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire dans son *Traité de Tératologie* (t. III, p. 264 et suiv.).

dans *l'abdomen*. Graber avait déjà pittoresquement dit que les insectes ont la poitrine placée à la partie postérieure du corps.

3° Ces mouvements abdominaux, en général, consistent, dans l'expiration, en une diminution du diamètre vertical, c'est-à-dire en un rapprochement de la partie centrale des arcs tergaux et sternaux, et en une diminution aussi du diamètre transversal, appelée vulgairement « rentrée des flancs. »

4° Cette diminution expiratoire des diamètres vertical et transversal présente chez les divers insectes de notables différences, déterminées par la structure des somites et par la disposition des muscles qui meuvent ces organes.

M. Plateau admet *trois types respiratoires*, chaque type comportant des subdivisions d'importance secondaire.

Voici ces types dont nous nous bornons à indiquer les caractères les plus généraux :

Premier type. « Les arceaux sternaux, ordinairement solides et fort convexes, bougent peu. — Les arceaux tergaux sont très mobiles; ils s'élèvent et s'abaissent alternativement d'une quantité notable. — *Coléoptères* (tous), *Hémiptères hétéroptères*, *Blattes*.

Deuxième type. Les arceaux tergaux très developpés, chevauchent latéralement sur les arceaux sternaux et cachent généralement la zone membraneuse latérale, qui fait un pli rentrant — Les arceaux tergaux et sternaux se rapprochent et s'éloignent alternativement. Les arceaux sternaux sont presque toujours les plus mobiles. — *Odonates*, *Diptères*, *Hémiptères porte-aiguillon*, *Orthoptères* et *Acridiens*.

Troisième type. La zone membraneuse latérale unissant les arceaux tergaux et sternaux est à nu sur les flancs et très developpée. — Les arceaux tergaux et sternaux se rapprochent et s'éloignent alternativement, tandis que la zone molle latérale est déprimée ou reprend sa forme première. — *Orthoptères locustiens*, *Lépidoptères*, *Névroptères*.

5° L'insecte, pour respirer, diminue d'épaisseur dans le sens de la hauteur et dans celui de la largeur; mais il ne se produit aucune modification dans le sens de la longueur : les anneaux de l'abdomen, d'ordinaire, ne rentrent pas les uns dans les autres.

6° Les mouvements respiratoires ne présentent pas non plus, chez les insectes, de progression, de propagation à la façon d'une *onde*.

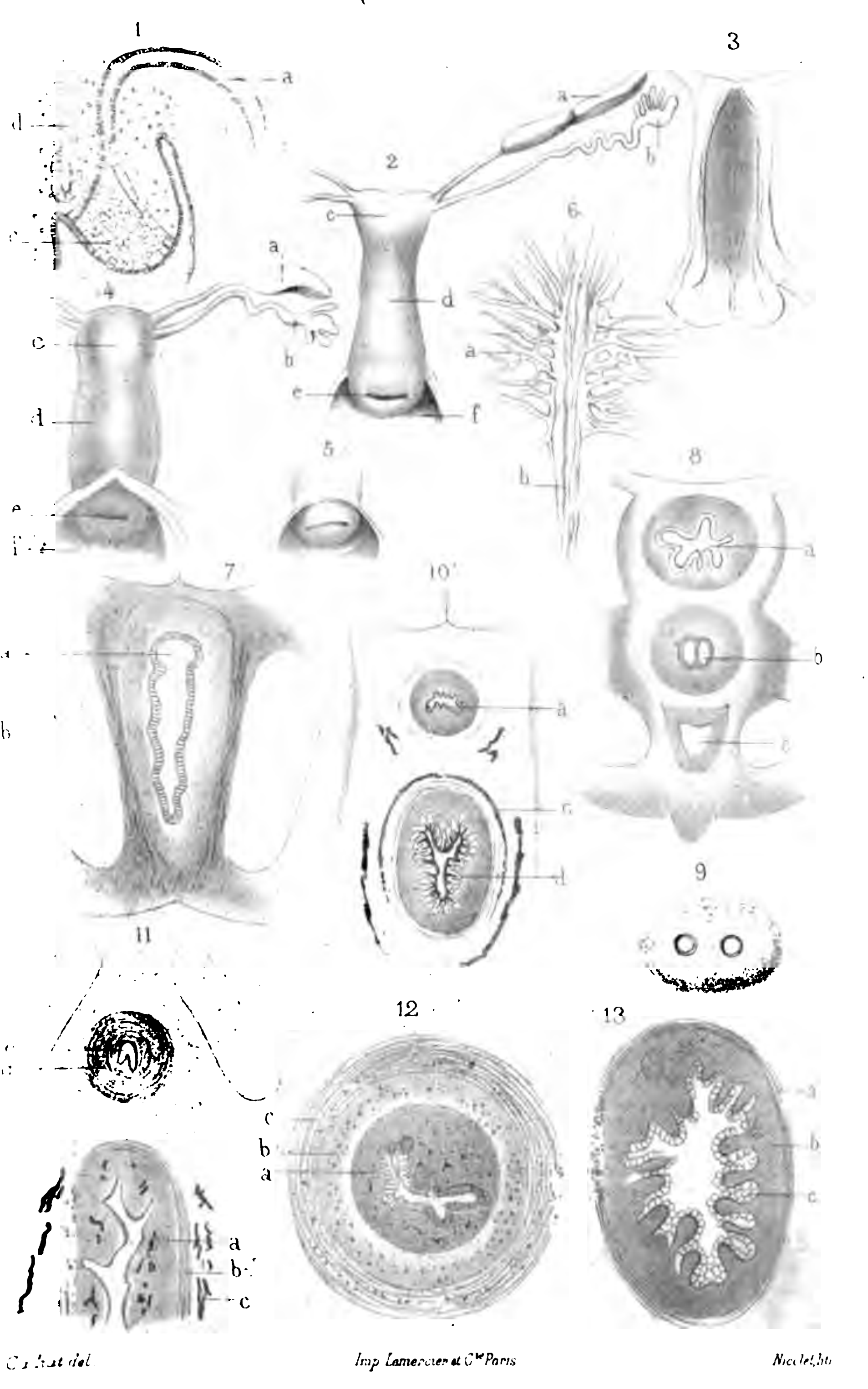
7° Les *pauses*, ou repos de courte durée, et les *arrêts* ou interruption totale du mouvement respiratoire par de longs repos, ont toujours lieu en *inspiration*, jamais en *expiration*.

8° Par un phénomène inverse de celui qui existe chez les Vertébrés à respiration aérienne, l'expiration est *plus rapide* que l'inspiration. En effet, « l'expiration est seule active ; l'inspiration est passive et a lieu sous l'influence de l'élasticité des téguments et des parois trachéennes. » On ne trouve, chez le plus grand nombre des insectes, que des muscles expirateurs.

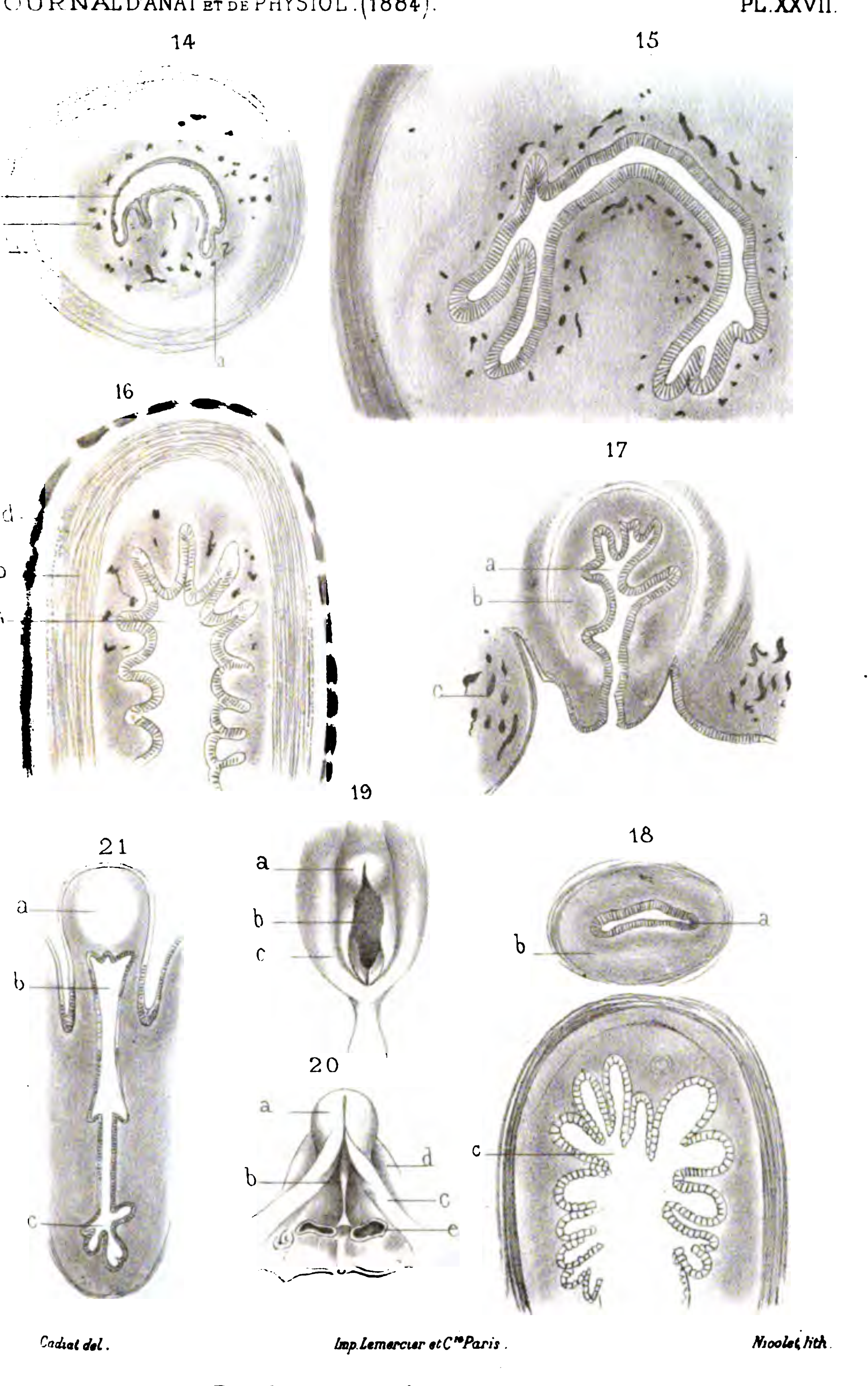
9° Les mouvements respiratoires abdominaux des insectes sont des mouvements *réflexes*. Décapitez un insecte ou détruisez seulement les ganglions cérébroïdes, les mouvements respiratoires persistent. De plus, d'après M. Plateau, les ganglions métathoraciques ne seraient pas, comme l'a dit Faivre, des centres respiratoires spéciaux. Ce n'est pas à dire pour cela que les centres nerveux antérieurs n'agissent en rien sur les mouvements de la respiration : ils n'ont pas d'influence coordinatrice, mais une action accélératrice, soit en vitesse, soit en amplitude.

Le Propriétaire-gérant : Félix ALCAN.

Saint-Denis. — Imprimerie Ch. Lambert, 17, rue de Paris.

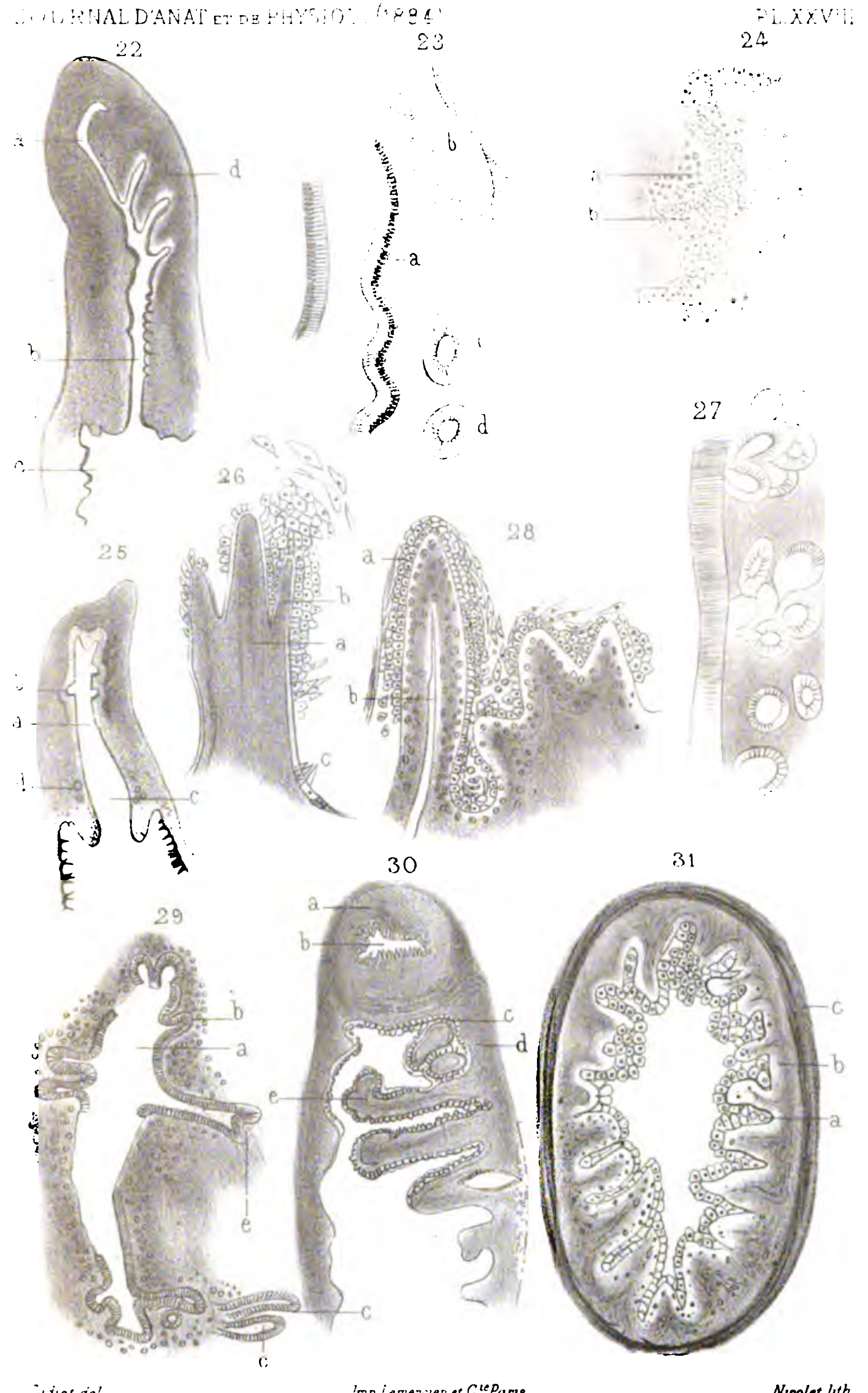


Développement des organes génitaux



Cadiat del. Imp. Lemercier et Cie Paris. Nicolet lith.

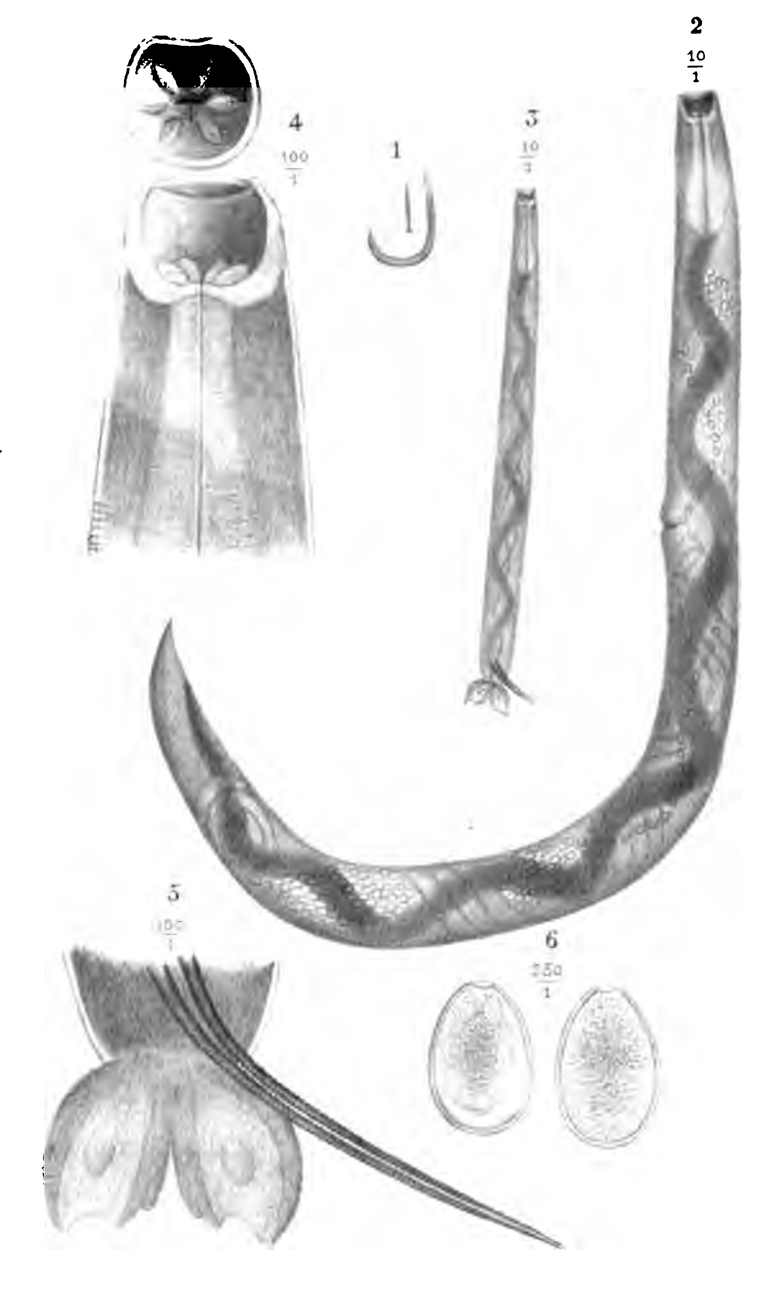
Développement des organes génitaux



Cuitat del. Imp Lemercier et Cie Paris. Nicolet, lith.



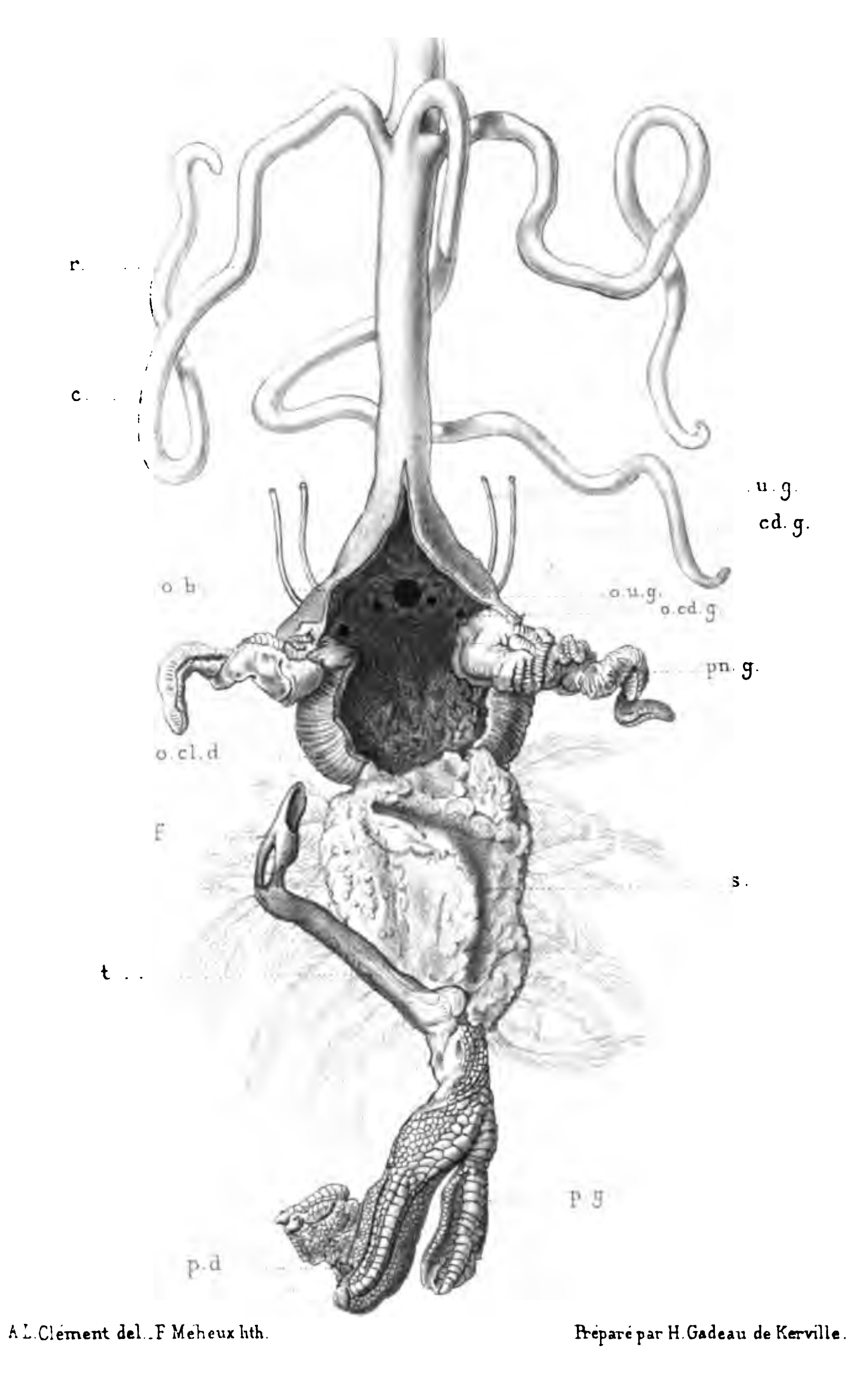
Cadiat, del. Imp. Lemercier et Cie Paris. Nicolet lith.



Mégnin ad nat del. Imp. Becquet fr Paris.

Sclerostoma Boularti (Mégnin.)

Felix Alcan Editeur.



A. L. Clément del. - F. Meheux lith.

Préparé par H. Gadeau de Kerville.

Canard monstrueux.

CONTRIBUTION
AU
DÉVELOPPEMENT DU SQUELETTE
DES EXTRÉMITÉS CHEZ LES MAMMIFÈRES

Par le Dr E. RETTERER

(PLANCHES XXXII ET XXXIII.)

PREMIÈRE PARTIE. — I. SQUELETTE CARTILAGINEUX DES MEMBRES.

Chez l'homme et les mammifères, les membres antérieurs et postérieurs apparaissent sous forme de simples petits bourgeons, devenant des palettes aplaties, dont le plan est parallèle à l'axe antéro-postérieur du corps. Tout le monde est d'accord sur leur provenance mésodermique. Ils sont en continuité de substance avec le feuillet musculo-cutané et sont revêtus de l'ectoderme.

Voici la longueur approximative des extrémités antérieures et postérieures chez les divers embryons de mammifères dont Kölliker donne les figures dans son *Embryologie de l'homme et des animaux supérieurs :*

Chez l'embryon de lapin de 10 jours, long de 1^{cm} (en tenant compte des courbures), les bourgeons des membres ont $0^{mm},40$ environ.

Chez l'embryon de chien de 25 jours, long de $2^{cm},50$, ils ont une longueur de 2^{mm} et une largeur de $1^{mm},2$.

Chez l'embryon de veau de 2^{cm} de long, ils atteignent $1^{mm},60$ de long et $1^{mm},20$ de large.

Chez un embryon humain de 4 semaines, les extrémités antérieures existent; les postérieures, d'après la figure de Thompson (*Ib.*, p. 324) sont douteuses.

Chez un embryon humain de 11^{mm} de long (4 à 5 semaines), les quatre membres existent.

Un embryon humain de 35 jours avait les extrémités plus développées encore ; les antérieures laissaient reconnaître les rudiments de la main et de légers sillons marquaient la séparation future des doigts.

Ces moignons originels des divers mammifères sont primitivement formés par un tissu qui, sauf la grandeur des éléments, est le même chez tous : c'est une masse uniforme d'éléments, appelés cellules embryonnaires par les uns, éléments lamineux embryonnaires par M. Ch. Robin. Les capillaires y sont très abondants. Tout le membre ainsi constitué est recouvert d'une couche épidermique en continuité avec l'ectoderme du corps de l'embryon. Cet épiderme a une épaisseur de 0^{mm},020 chez l'embryon de mouton de 1^{cm} de long, sauf à l'extrémité même où ce dernier forme une calotte hémisphérique de 0^{mm},060 d'épaisseur (fig. 22). Cette particularité, qui existe avant toute division des membres, est très intéressante, d'autant plus que l'appendice caudal nous a offert des épaississements épidermiques semblables pendant la période embryonnaire et fœtale.

Le premier stade du développement des membres, caractérisé par ce tissu embryonnaire, est identique chez tous les mammifères avant la production du cartilage.

Chez l'embryon de porc de 2^{cm} de long, on aperçoit déjà des nodules cartilagineux très nets dans le moignon; celui de 3^{cm} a les pattes longues de 6^{mm} et larges de 2^{mm}. Elles sont divisées à l'extrémité terminale en quatre tubercules; les deux médians longs de 0^{mm},780, les deux latéraux de 0^{mm},500.

Une coupe longitudinale de la patte postérieure nous montre que le squelette cartilagineux est represénté, à partir du bassin, par le fémur, le tibia et le péroné, sous forme de nodules cartilagineux allongés de 1^{mm} à 2^{mm}. Le tarse possède déjà un certain nombre de nodules représentant les segments tarsiens futurs. Les métatarsiens ont une longueur de 1^{mm}. En avant de ces derniers, il y a un seul point cartilagineux situé à la base du tubercule digital.

Tous ces segments cartilagineux sont indépendants les uns des autres, quoique reliés par le tissu primitif du moignon. Ils se sont produits successivement de la base vers le sommet du membre. Mais, contrairement aux anciens observateurs, nous avons toujours vu, sur les divers embryons de mammifères, chaque pièce cartilagineuse se former à part, ce qui montre que le squelette primitif n'est pas représenté à l'origine par une masse cartilagineuse unique. Hagen-Torn (*Entwicklung u. Bau der Synovial memb.* Arch. f. mikr. Anatom. Vol. XXI, p. 594,

1882) a étudié, sous ce rapport, le développement du squelette cartilagineux chez le lapin, et ses résultats concordent de tous points avec les nôtres (comparer fig. 40 et 50).

Sur l'embryon de bœuf de 4cm de long, la patte postérieure est à peu près au même stade d'évolution. Elle est bifurquée à l'extrémité digitale, et chaque branche de bifurcation ou *onglon* a une longueur de 1mm,5. En arrière et en haut de ces derniers, il existe deux tubercules, les premières traces des *ergots*, longs de 0mm,5.

La patte postérieure mesure, de l'extrémité supérieure du tibia à l'extrémité digitale, 8mm. Le tibia est long de 3mm. Le tarse, au bord externe, est de 1mm,15, dont 1mm pour le calcanéum et 0mm,15 pour le cuboïde.

Le métatarsien externe..................	3mm
La 1re phalange........................	0mm,75
La 2e phalange.........................	0mm,15
La 3e phalange n'a pas encore apparu.	

La cavité articulaire est formée entre le fémur et le tibia, et les deux segments ont leur forme définitive. Plus bas, entre les autres segments, les cavités articulaires n'existent pas, et la forme de ces segments n'est pas dessinée.

Tels sont les différents états des membres pendant les stades successifs caractérisés : 1° par l'absence de tout squelette ; 2° par la production des nodules cartilagineux sans forme définitive ; 3° enfin, par l'existence de la forme définitive des segments cartilagineux et la présence des cavités articulaires.

II. — A) CARPE CARTILAGINEUX : 1° DES FŒTUS HUMAINS ;
— 2° D'UN FŒTUS DE GIBBON.
B) MÉTACARPE ET PHALANGES.

Il n'entre pas dans notre plan d'examiner les analogies et les différences des premiers segments ou segments proximaux qui composent les membres des mammifères que nous envisageons ; les os de l'épaule, malgré leur diversité de formes, se réduisent à deux (omoplate et clavicule) chez l'homme, le singe, certains rongeurs (lapin, cabiai, etc.) les carnassiers, ou à un seul (solipèdes, ruminants, porcins). L'humérus constitue l'os unique du bras. Quant à l'avant-bras nous reviendrons en détail sur les proportions relatives du cubitus et du radius, en tant qu'elles influent sur la partie terminale du membre.

Les mêmes remarques s'appliquent à l'extrémité postérieure, que nous considérons principalement à partir de la jambe, dont les os sont développés dans un rapport à peu près analogue à celui qui existe entre le cubitus et le radius.

Nous ne nous occuperons pas davantage de l'homologie de la ceinture scapulaire et de la ceinture pelvienne; ni de la question de savoir si le fémur et l'humérus sont des os simples ou s'ils sont divisibles, comme l'admet P. Gervais (*Théorie du squelette humain*, 1856, p. 164), en trois rayons élémentaires, qui répondraient aux trois rayons intermédiaires des membres pentadactyles, c'est-à-dire au deuxième, au troisième et au quatrième. Ce sont des points d'anatomie philosophique qui ne rentrent pas dans le cadre de notre travail.

Nos recherches se borneront à l'étude du développement des diverses pièces cartilagineuses, puis osseuses qui composent la partie terminale des membres chez les mammifères.

Pour rendre plus facile la comparaison de l'extrémité digitale chez l'homme avec le membre antérieur des autres mammifères, nous suivrons l'exemple de MM. Joly et Lavocat et de M. Arloing et nous envisagerons la main dans l'état de pronation, c'est-à-dire que la main placée sur un plan horizontal, y reposerait par la face palmaire; c'est la position naturelle du membre antérieur chez les quadrupèdes. Le radius croise le cubitus en avant et le pouce est interne par rapport aux autres doigts.

Nous décrirons le squelette cartilagineux de la main, tel que nous l'avons observé sur un certain nombre de fœtus humains, chez lesquels les pièces squelettiques étaient complètement dessinées. Nous donnons ci-contre les mensurations des divers cartilages, ce qui nous permettra de comparer leurs proportions et leur forme à celles des autres mammifères, ainsi qu'à celles de l'adulte.

Embryon humain $\frac{5^{cm} 1/2}{7^{cm} 1/2}$, *de long* (1).

De l'extrémité inférieure du radius au bout du doigt du milieu = 8^{mm}.

Doigts :	Médius	=	4^{mm}
—	Index	=	$3^{mm},8$
—	Annulaire	=	$3^{mm},7$
—	Auriculaire	=	3^{mm}
Pouce depuis le carpe jusqu'à l'extrémité		=	4^{mm}

(1) Le numérateur de cette fraction représente la longueur du vertex au coccyx, le dénominateur celle du vertex au talon.

Diamètre longitudinal du carpe............	=	1^{mm},25
Diamètre transversal du carpe.............	=	2^{mm},25
Articulations métacarpo-phalangiennes......	=	3^{mm},50
Diamètre antéro-postérieur :		
Au milieu du carpe..................	=	1^{mm}
Sur les côtés........................	=	0^{mm},75
Pisiforme fait une saillie de...............	=	0^{mm},50

A cet âge, le carpe du fœtus humain présente le nombre de pièces qu'on observe et qu'on décrit habituellement chez l'adulte. Dès cette époque, leurs connexions sont les mêmes que plus tard. Leur forme est identique à celle de l'os correspondant chez l'adulte. Il n'existe pas d'état indifférent, qui servirait de passage à la forme définitive.

Un embryon humain, plus âgé, mesurant $\frac{7^{cm}}{10}$, possède des extrémités antérieures mesurant 1^{cm} de l'extrémité inférieure du radius au bout du doigt du milieu. Le carpe a une largeur de 3^{mm}, une longueur de 2^{mm}.

Voici les rapports des diamètres des diverses pièces qui le composent sur ce dernier embryon :

	Diamètre longitudinal.	Diamètre transversal.
Scaphoïde............	0^{mm},60	1^{mm},25
Semi-lunaire..........	0^{mm},50	0^{mm},75
Pyramidal............	0^{mm},60	1^{mm},00
Pisiforme............	0^{mm},60	0^{mm},60
Trapèze..............	0^{mm},75	1^{mm},50
Trapézoïde...........	0^{mm},75	0^{mm},50
Cartilage du grand os...	1^{mm},20	0^{mm},75
Cartilage unciforme....	1^{mm},20	1^{mm}

Considéré à ce point de vue, le carpe des fœtus humains offre les particularités suivantes : la portion externe du scaphoïde, le semi-lunaire et le pyramidal, formant la rangée supérieure, l'unciforme, le cartilage du grand os et le trapézoïde qui font partie de la rangée inférieure, sont situés sur un plan antérieur continuant directement le prolongement de l'axe du membre supérieur. Sur un plan postérieur à cet axe, nous trouvons, en dedans, le prolongement interne du scaphoïde, articulé en avant avec la facette supérieure du trapèze. Ce dernier offre un développement considérable chez l'embryon et le fœtus humain ; sur les coupes, il est difficile de déterminer ses diamètres exacts

à cause de sa direction oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière. Sur le fœtus de $\frac{7^{cm}}{10}$ on peut constater, par la dissection, que le prolongement interne du scaphoïde, puis le trapèze plus bas, augmentent l'étendue transversale du carpe, du quart de son diamètre latéral. Placés à la partie interne et sur un plan postérieur aux autres cartilages carpiens, le prolongement interne du scaphoïde et le trapèze déterminent la forme courbe, à convexité antérieure, du carpe. Il résulte de cette position spéciale du trapèze chez le fœtus humain, de son grand diamètre transversal obliquement dirigé en dedans et en arrière, que sa facette articulaire inférieure est tournée en dedans et en bas. Comme elle supporte le pouce, nous verrons, à propos de ce dernier, que c'est là la cause de la direction différente des segments du rayon pollicial, comparée à celle des autres rayons de la main (fig. 1).

Au fur et à mesure du développement, la saillie formée par le trapèze ne fait que s'accentuer davantage; chez le fœtus humain de $\frac{16}{27}$ le trapèze constitue un prolongement de 3^{mm} en arrière de l'extrémité supérieure du métacarpien de l'index et de 1^{mm} en arrière du scaphoïde.

Chez l'enfant d'un an, il forme une saillie postérieure de 5^{mm} en arrière du trapézoïde et de l'extrémité supérieure du métacarpien de l'index, et de 2^{mm} en arrière du scaphoïde.

En dehors, nous trouvons un arrangement analogue: le pisiforme, en haut, placé en arrière du pyramidal, et le crochet de l'unciforme plus bas constituent un étage postérieur, marqué extérieurement par l'éminence hypothénar, comme le prolongement interne du scaphoïde, le trapèze et le premier segment du pouce forment le squelette de l'éminence thénar.

Ces deux plans postérieurs, interne et externe, reliés latéralement au plan antérieur, donnent déjà au carpe du fœtus humain sa forme en voûte propre au carpe de l'homme adulte.

Quelles sont les relations du carpe avec l'avant-bras, d'un côté, avec le métacarpe de l'autre?

Sur le fœtus de $\frac{5}{6}$, le diamètre transversal du radius est de $1^{mm},50$; son extrémité interne descend de $0^{mm},6$ plus bas que sa cavité articulaire. La tête du cubitus n'arrive pas au niveau de cette dernière et est séparée du carpe par le ligament triangulaire épais de $0^{mm},4$, s'insérant par sa base à la crête qui

sépare la cavité sigmoïde du radius de sa surface carpienne De là il se dirige obliquement en dehors et en bas pour s'attacher à la face interne de l'apophyse cartilagineuse styloïde du cubitus, qui a une longueur de 0mm,6. On voit donc que chez le fœtus humain le ligament triangulaire continue et augmente l'étendue de la surface carpienne du radius, comme cela existe chez l'adulte.

Embryon humain 5cm/6 *de long.*

Radius et cubitus ont un diamètre transversal de.....	2mm,50
— — antéro-postérieur de	1mm
Ils sont placés l'un parallèlement à l'autre et sur le même plan.	

Carpe.

Diamètre longitudinal..............................	1mm,25
Diamètre transversal..............................	2mm,15
Diamètre antéro-postérieur (au milieu)...............	0mm,80
Sur les côtés....................................	0mm,65

Les dispositions des surfaces articulaires radio-cubitales, inférieure et supérieure, sont donc déjà telles chez le fœtus humain, que, dès qu'il se produira des mouvements, le radius pourra tourner autour du cubitus. Les arrangements organiques précèdent le fonctionnement, et celui-ci ne déterminera pas les premiers. En outre, le ligament triangulaire, solidement fixé au radius, pourra être entraîné par ce dernier dans tous ses déplacements, de telle façon que l'extrémité inférieure du radius supportera, à elle seule, toute la main.

Telle est la cavité articulaire de l'avant-bras, destinée à recevoir la surface supérieure du scaphoïde, du semi-lunaire et du pyramidal, qui forment du côté du carpe un vrai condyle semi-ellipsoïde (voir fig. 1). Les deux premiers sont surtout en rapport avec le radius ; le pyramidal répond de même par une surface convexe au ligament triangulaire qui le sépare complètement du cubitus. Nous trouvons donc chez le fœtus, c'est-à-dire à l'avance, la raison de la grande mobilité du carpe chez l'homme et de sa participation à tous les mouvements de supination et de pronation du radius.

Quant aux rapports de la rangée inférieure avec les métacarpiens, ils sont les mêmes que chez l'adulte : le trapèze répond au premier segment du pouce, le trapézoïde au métacarpien

de l'index, le cartilage du grand os au médius et le cartilage de l'unciforme aux deux métacarpiens les plus externes. Ces quatre métacarpiens continuent l'axe de l'avant-bras et sont situés sur un plan antérieur au rayon digital du pouce que nous examinerons plus tard.

Telle est la constitution du carpe comme nous l'avons toujours observée sur les fœtus humains à l'âge indiqué. Cependant le nombre des pièces carpiennes peut varier non seulement chez les embryons, mais encore chez l'adulte.

Henke et Reyher (1), puis Rosenberg (2), ont, les premiers, découvert que l'embryon humain (de la sixième semaine de la vie intra-utérine au troisième mois) possède, entre le scaphoïde, le trapèze, le trapézoïde et le cartilage du grand os, une pièce cartilagineuse cylindrique qu'ils ont assimilée au central de certains mammifères (os surnuméraire de Cuvier, intermédiaire de de Blainville).

Quelle est la destinée ultérieure du cartilage central du carpe? H. Leboucq (3) a repris les recherches des auteurs précédents et dans plusieurs communications (4), il a montré que le cartilage central du carpe commence vers la fin du deuxième mois à se souder avec le scaphoïde et que cette soudure est complète avant la fin du troisième mois.

Néanmoins, il n'en est pas toujours ainsi; le central peut conserver une existence indépendante, s'ossifier et persister chez l'adulte sous forme d'os surnuméraire.

V. Gruber de Saint-Pétersbourg, Turner, Vincent, Leboucq (5) lui-même, ont cité un certain nombre de cas de persistance de l'os central chez l'adulte.

Ce n'est pas tout. Outre le central, le carpe peut présenter d'autres pièces surnuméraires. Henke et Reyher (loc. cit.) ont

(1) *Henke et Reyher. Studien über die Entwik der Extr* (*Sitzungbericht der Wiener Akad.* Vol. 70, 1874.

(2) *Rosenberg. Ueber die Entwik der Wirbelsaüle u. das Centrale Carpi des Menschen Morph. Jahrb.* T. I, 1876.

(3) *H. Leboucq. De l'os central du carpe chez les mammifères* (Bull. de l'Acad. royale des Sc. de Belgique, août 1882).

(4) *Ibid. Acad. R. de médecine de Belgique*, 26 *janvier* 1884.

Ibid. Recherches sur la morphologie du carpe chez les mammifères. Arch. de Biologie, t. V, fasc. I.

(5) Voir dans les communications citées de Leboucq la bibliographie complète de cette question.

vu un autre cartilage carpien, placé entre le scaphoïde et le trapèze au côté radial du central. Leboucq, en réunissant les divers cas publiés par les auteurs, et en les comparant à ses propres observations, a pu établir que le scaphoïde, le semi-lunaire, le pyramidal, le trapèze, le trapézoïde, ainsi que le grand os, pouvaient être représentés chacun par deux ou trois segments indépendants pendant toute l'existence de l'individu, porteur de ces anomalies.

On explique généralement la présence du central du carpe comme un cas d'atavisme ; mais quelle signification faut-il attacher à la présence des autres os surnuméraires ? L'interprétation par division des pièces normales n'est guère satisfaisante, d'autant plus que les auteurs ont omis de signaler les conditions héréditaires ou autres dans lesquelles ces anomalies ont été observées. Il serait, en effet, du plus haut intérêt de savoir, comme nous le verrons en étudiant cette région du squelette chez les mammifères, si le plus ou moins grand nombre de segments squelettiques du carpe n'influerait pas sur la mobilité de l'extrémité digitale ; et réciproquement, si le genre de vie, les usages divers de la main, n'exerceraient pas une action toute spéciale sur l'apparition de nodules cartilagineux et d'os distincts sur le squelette des descendants.

Grâce à l'obligeance de M. le professeur Pouchet, nous avons pu examiner les extrémités d'un fœtus de gibbon de six mois environ. Il existait dans la collection du laboratoire d'anatomie comparée, sans qu'on ait pu nous fournir des renseignements sur son origine et sur l'espèce à laquelle il appartient. Voici les particularités qu'il offre comparativement au carpe humain. Il possède les mêmes cartilages que le fœtus humain, plus le cartilage central du carpe. Celui-ci se présente sous forme d'un segment allongé situé entre le scaphoïde en haut, le trapézoïde et le cartilage du grand os en avant. Son axe longitudinal prolongé aurait passé par l'extrémité inférieure du cubitus et le trapèze en avant et en dedans. Dans ce sens, il avait 4^{mm} de long, 2^{mm} à son extrémité radiale et inférieure, et 1^{mm} à son extrémité externe ou cubitale.

La présence de ce cartilage et son indépendance amènent des différences notables dans les rapports des cartilages constituant la rangée interne du carpe. Tandis que chez le fœtus humain,

le scaphoïde offre un prolongement interne considérable, qui s'articule en avant et en dedans avec le trapèze, chez le singe, cette tubérosité interne manque et il est séparé du trapèze par une distance de 3mm. Cet intervalle est rempli en dehors et en haut par le cartilage central et en bas par un prolongement de l'extrémité interne du trapézoïde. Cette disposition semble montrer que ce que l'homme gagne en solidité par la soudure du cartilage central avec le scaphoïde est compensé chez le singe par une plus grande mobilité du carpe et du rayon pollicial par rapport à l'avant-bras (fig. 2).

A ces différences près, les rapports des autres pièces carpiennes sont les mêmes que chez l'homme. L'articulation du carpe et de l'avant-bras présente cependant quelques particularités très intéressantes, quand on compare le squelette du singe à celui d'un enfant d'un an, quoique l'évolution du singe près de la naissance soit déjà plus avancée que celle de ce dernier.

Chez l'enfant d'un an, la cavité articulaire des os de l'avant-bras de forme semi-ellipsoïde a une hauteur de 2mm; chez le singe à la naissance, la facette radiale est plus excavée et la cavité articulaire a une profondeur de 3mm. Le ligament triangulaire a la même forme et une étendue analogue que chez l'enfant, mais possède plus de laxité, ce qui assure, chez le premier, une mobilité plus grande à la main. En outre, le carpe et le métacarpe se dirigent, chez le singe, plus en dehors, de façon à former un angle avec l'avant-bras, à se déjeter au dehors au lieu de se prolonger en bas, comme dans l'espèce humaine où ils continuent la direction de l'axe du membre antérieur. Les rapports de la rangée inférieure du carpe avec les quatre métacarpiens externes sont les mêmes que chez l'homme.

Le trapèze forme également une saillie postérieure et interne sur le bord interne du carpe; sa face externe est en rapport avec le cartilage central en haut et avec le trapézoïde et le métacarpien de l'index en bas. Sa face inférieure est dirigée en dedans et en bas et supporte le pouce dont l'extrémité supérieure est séparée du métacarpien de l'index par une distance de 1mm. C'est une disposition de tous points analogue à celle que nous observons chez le fœtus humain.

Cette conformation organique, qui existe avant que le fœtus se soit servi de ses extrémités, amène l'appropriation des parties,

de telle façon que le pouce puisse, durant toute l'existence, mettre en contact la pulpe du rayon pollicial avec l'extrémité palmaire des quatre métacarpiens; en un mot, elle a pour résultat l'opposition du pouce aux autres doigts, faculté commune à l'homme et au singe.

Métacarpe. — Chez l'embryon de $\frac{5^{cm}}{6}$, les quatre métacarpiens externes ont sensiblement la même longueur, ceux de l'index et du médius ont 2^{mm} de long, ceux de l'annulaire et du petit doigt sont un peu plus courts. Leur forme est légèrement différente de celle des métacarpiens de l'adulte, leur section transversale donne une figure semi-cylindrique à face plane postérieure ou palmaire. Ces segments cartilagineux ne sont donc pas canaliculés sur cette face comme les os correspondants chez l'adulte. Les extrémités supérieures sont un peu plus renflées que le corps; les premières ont un diamètre transversal de $0^{mm},5$ et le corps n'est large que de $0^{mm},35$. Le condyle ou extrémité inférieure est sensiblement plus épais que le corps des métacarpiens.

Ces quatre métacarpiens sont suivis de quatre doigts à squelette cartilagineux complet : le plus long est le médius qui a 3^{mm}, puis l'index et ensuite les deux derniers doigts qui sont plus courts. Les trois segments qui composent les doigts ont la longueur suivante prise sur l'index :

Fœtus humain long de $\frac{5^{cm}}{6}$.

Indicateur.	Métacarpien	=	2^{mm}
—	1re phalange	=	$1^{mm},25$
—	2e phalange	=	$0^{mm},75$
—	3e phalange	=	$0^{mm},75$
			Dimensions.
Les 3 premiers métacarpiens.	Diamètre transversal	=	$0^{mm},50$
	Diamètre antéro-postérieur	=	$0^{mm},70$
Métacarpien externe	Les deux diamètres	=	$0^{mm},5$

Les phalanges ont même forme, le diamètre transversal de l'extrémité supérieure est de $0^{mm},5$; le diamètre transversal de l'extrémité inférieure de $0^{mm},35$.

Les phalanges ont la même forme que les métacarpiens, et l'extrémité supérieure, à diamètre transversal de $0^{mm},5$ l'emporte en épaisseur sur le corps et l'extrémité inférieure qui ont un diamètre transversal de $0^{mm},35$.

Quant au rayon digital interne ou pouce, il ne possède que

trois segments, comme sur l'adulte. Leur longueur est la suivante :

Segment supérieur.....................	1mm,25
2e segment ou moyen....................	0mm,80
3e segment ou inférieur.................	0mm,75

Les métacarpiens de l'embryon de $\frac{5}{6}$ sont pourvus vers leur milieu d'un point d'ossification de 0mm,6 de long.

Les phalanges sont cartilagineuses, sauf les premières qui ont un point chondroïde ; il en est de même des trois segments du pouce, dont le premier, le plus interne, possède un point chondroïde, un peu plus étendu, il est vrai, que ceux des premières phalanges.

Chez le fœtus de gibbon de 6 mois, la forme des métacarpiens et des phalanges est la même que chez le fœtus humain.

Voici les longueurs relatives de ces diverses parties :

	Longueur.
Indicateur (de la base du métacarpien au bout du doigt).	= 4cm,5
Médius...	= 5cm,0
Annulaire..	= 4,cm7
Petit doigt......................................	= 3cm,7
Pouce (du trapèze au bout du doigt)................	= 2cm,5

Largeur de la main au niveau des articulations métacarpo-phalangiennes = 2cm.

III. — Carpe et doigts des carnassiers.

Les extrémités des membres que nous avons examinées chez les carnassiers (chien, chat) provenaient de fœtus mesurant 6cm de long du vertex à l'origine des vertèbres caudales. Les dimensions des diverses régions de l'extrémité antérieure, ainsi que celle des divers segments cartilagineux, sont données dans les tableaux ci-contre.

Fœtus de chien de 6cm de long.

Longueur de l'extrémité inférieure du radius au bout du doigt du milieu.........................	8mm
Dimensions du carpe :	
Diamètre longitudinal......................	1mm,25
Diamètre transversal.......................	1mm,75
Diamètre antéro-postérieur.................	0mm,60

	Diamètre longitudinal.	Diamètre transversal.
Scaphoïdo-semi-lunaire.............	$0^{mm},75$	$1^{mm},75$
Pyramidal........................	$0^{mm},75$	$0^{mm},75$
Pisiforme........................	$0^{mm},50$	$0^{mm},50$

Le trapèze...............	haut de.	$0^{mm},5$	large de.	$0^{mm},8$
Le trapézoïde............	—	$0^{mm},5$	—	$0^{mm},25$
Le cartilage du grand os....	—	$0^{mm},6$	—	$0^{mm},3$
L'unciforme..............	—	$0^{mm},75$	—	1^{mm}

Le carpe, comparé au carpe humain, s'en distingue par l'augmentation en hauteur et la diminution en largeur. Chez le chien, le nombre des pièces carpiennes, à cet âge, offre une réduction portant sur l'existence d'une seule pièce à la place du scaphoïde et du semi-lunaire.

Il est très probable que, comme il résulte des recherches de Leboucq (loc. cit.), cette pièce unique résulte chez le chien de la soudure de trois cartilages ayant apparu séparément. Quoique nous n'ayons pas eu d'embryons assez jeunes pour vérifier cette prévision, nous verrons que le mode d'ossification de cette pièce procédant par trois points distincts, nous permet d'admettre cette origine multiple. Il nous paraît d'autant plus légitime de formuler cette conclusion, que le fœtus de chat de 6^{cm} de long offre à l'extrémité inférieure du radius, deux cartilages, l'un interne, large de $0^{mm},75$, l'autre plus externe, d'un diamètre transversal de $0^{mm},50$. Le premier répond au scaphoïde et l'autre au semi-lunaire. En outre, l'extrémité antérieure et externe du scaphoïde présente un petit nodule cartilagineux, qui semble avoir pris naissance d'une manière indépendante, n'étant réuni encore que par un tractus fibreux avec le scaphoïde. Ce serait le cartilage central.

Quoiqu'il en soit de cette origine, à partir de cette époque, on ne trouve, répondant à l'extrémité articulaire du radius, qu'une seule pièce que nous appellerons le scaphoïdo-semi-lunaire, comme l'ont fait Cuvier et Meckel. La première rangée est complétée par le pyramidal qui supporte en dehors et en avant le pisiforme, ce dernier formant une saillie déjà notable de $0^{mm},75$ de long.

La rangée inférieure comprend le même nombre de pièces cartilagineuses que chez l'homme et le singe. Leur forme, il

est vrai, est bien différente : tous, l'unciforme y compris, sont cunéiformes, allongés de haut en bas, aplatis transversalement, à base élargie en avant et à bord tranchant dirigé vers la face postérieure du carpe. Il résulte de cette disposition une forme spéciale de cette région : c'est celle d'une voûte à convexité antérieure d'une étendue beaucoup plus considérable que la face postérieure. En outre le crochet de l'unciforme faisant défaut, il n'y a que le pisiforme qui fasse saillie à la face postérieure et au côté externe du carpe.

Au bord radial et interne, le trapèze présente lui aussi une forme et des rapports bien différents de ce que nous avons observé chez l'homme et le singe (fig. 3).

Chez les carnassiers, cette pièce est constituée de deux portions à direction différente. La partie supérieure et externe est en rapport avec le scaphoïde en haut, le trapézoïde en dehors, et, en bas, elle présente une surface articulaire pour le premier segment du pouce. La portion interne et inférieure forme un coude prononcé avec la première portion, embrassant ainsi dans sa concavité l'extrémité supérieure et interne du métacarpien de l'index. De là elle se dirige en bas et un peu en arrière, parallèlement au métacarpien de l'index. Le grand diamètre du trapèze atteint $0^{mm},75$ et se dirige obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. Le petit diamètre n'est que de $0^{mm},25$. Ces dimensions comparées à celles du trapèze de l'homme et du singe montrent une réduction considérable de cette pièce dans le sens transversal et, nous le verrons, le rayon pollicial participe à ce défaut de développement. L'extrémité articulaire inférieure du trapèze supporte le pouce qui prend, comme celle-ci, une direction parallèle aux métacarpiens, et, par conséquent, ne jouira plus que de mouvements antéro-postérieurs. L'opposition du pouce deviendra impossible.

Cette disposition existant déjà chez le fœtus, ne fait que s'accentuer avec l'âge. Un chien de deux mois offre un trapèze fortement coudé ; sa portion externe et supérieure a une longueur de 4^{mm}, sa portion interne et inférieure est longue de 3^{mm} et parallèle au métacarpien de l'index. La surface articulaire inférieure a un diamètre transversal de 3^{mm} et un diamètre antéro-postérieur de 6^{mm} : elle présente une concavité antéro-postérieure très prononcée et une convexité transversale. L'em-

boîtement du trapèze et du premier segment du pouce est bien plus considérable que chez l'homme et le singe.

Chez le chat, la disposition organique est la même. La face externe du trapèze est concave et la portion inférieure de cette face s'articule sur une étendue de 2^{mm},5, sur le chat de 2 mois, avec la face interne de l'extremité supérieure du métacarpien de l'index.

Signalons enfin un cartilage surnuméraire que nous avons trouvé un certain nombre de fois, mais non constamment sur les fœtus de chat. C'est sur le fœtus de chat de 6^{cm}, un nodule cartilagineux arrondi de 3^{mm} de long, situé entre le prolongement interne du scaphoïde et l'extrémité articulaire supérieure du premier segment du pouce. Il est placé dans le ligament latéral interne du carpe. Cuvier (*Anat. comp.*, vol. I, p. 426) et Meckel (*Anat. comp.*, vol. IV, p. 84), l'ont observé chez les chats, les loutres, le coati, et ils le décrivent comme un os arrondi, très petit, situé au bord radial du carpe entre le scaphoïde et le premier segment du pouce. Il nous semble qu'il faudra ranger cette pièce surnuméraire parmi les cartilages sésamoïdes, s'ossifiant plus tard.

Tel est le carpe des carnassiers reconnaissable par la forte saillie du pisiforme, l'absence du crochet de l'unciforme, la réduction en largeur du trapèze, d'où absence de l'éminence thénar. La fusion en une seule pièce des cartilages scaphoïde, semi-lunaire et central semble indiquer que la mobilité sera moins grande et sera compensée par une solidité remarquable du squelette carpien.

Quels sont les rapports du carpe avec l'avant-bras d'une part, avec le métacarpe de l'autre ?

Chez le fœtus de chien de 6^{cm} de long, l'extrémité articulaire du radius a un diamètre transversal de 1^{mm},50 répondant au scaphoïde et au semi-lunaire ; la surface articulaire est peu excavée du côté du radius et se rapproche d'une surface plane. Le ligament radio-cubital inférieur est fort, épais de 0^{mm},75 et long de 0^{mm},75. L'apophyse styloïde du cubitus descend de 0^{mm},6 au-dessous de l'extrémité articulaire du radius et du ligament radio-cubital, et elle est reçue dans une fossette creusée dans la facette correspondante du pyramidal.

Sur le chat d'un mois, le radius et le cubitus occupent une

position, non plus transversale, mais antéro-postérieure : le radius est placé en avant et le cubitus en arrière. Les deux segments squelettiques sont unis par une articulation radio-cubitale supérieure et inférieure, mais les mouvements sont très limités, grâce à un ligament interosseux très puissant. En outre, le ligament triangulaire est remplacé par une capsule très forte qui réunit solidement l'extrémité inférieure du cubitus à celle du radius. Le cubitus descend de 3^{mm} au-dessous de la face articulaire du radius et est reçu, comme chez le fœtus du chien dans une fossette offerte par le pyramidal. D'un autre côté, l'extrémité inférieure du radius est pourvue, vers son milieu, d'une saillie convexe à diamètre transversal qui sépare la cavité articulaire en deux cavités glénoïdes, l'une plus grande antérieure, destinée à recevoir la saillie antérieure et interne du scaphoïdo-semi-lunaire et l'autre postérieure plus petite en rapport avec la portion postérieure du scaphoïdo-semi-lunaire.

Il résulte de cette conformation organique que les mouvements de pronation et de supination du radius sur le cubitus deviennent très difficiles, comme Cuvier et Meckel l'ont déjà avancé. Leur surface articulaire inférieure se transforme en une véritable charnière, et grâce à la saillie du radius et aux cavités glénoïdes secondaires, les mouvements du carpe se bornent de plus en plus à des mouvements antéro-postérieurs.

La rangée inférieure des cartilages carpiens affecte les mêmes rapports que chez l'homme avec les quatre métacarpiens externes. Nous connaissons déjà les connexions spéciales du pouce.

Un tigre à la naissance nous a présenté la même disposition du squelette carpien, sans trace de division du scaphoïdo-semi-lunaire.

Le métacarpe du chien de 6^{cm} est formé de quatre segments longs de 3^{mm}. Les doigts qui les suivent mesurent 3^{mm},50 de long, dont 1^{mm},50 pour la première phalange, 1^{mm} pour la deuxième phalange et 1^{mm} pour la phalangette.

Les métacarpiens sont pourvus d'un point d'ossification primitif de 0^{mm},75 et les premières phalanges d'un point chondroïde de 0^{mm},4. Les autres sont cartilagineuses, sauf l'extrémité terminale de la phalange unguéale sur laquelle nous reviendrons en détail.

Tandis que les métacarpiens ont une longueur moyenne de

3^{mm}, et les doigts une étendue de 3^{mm},50, ce qui fait un rayon digital de 6^{mm},50, le pouce n'est long que de 3^{mm} du trapèze à l'extrémité : la première phalange du pouce mesure 1^{mm},25, la deuxième, 0^{mm},75, la troisième, 0^{mm},75.

L'extrémité supérieure de la première phalange est comprimée latéralement et n'a qu'un diamètre transversal de 0^{mm},35, ainsi que le trapèze, tandis que l'extrémité supérieure du premier métacarpien de l'index a un diamètre transversal de 0^{mm},5.

Chez le chat de 6^{cm}, nous avons des relations de développement analogues.

Les métacarpiens seuls ont une longueur de 3^{mm}, avec un point d'ossification primitif occupant une étendue de 1^{mm},35 du corps de la pièce. La première phalange des quatre métacarpiens a un point d'ossification de 0^{mm},4 de long.

Le pouce a une longueur de 3^{mm}, et le premièr segment de ce rayon digital est pourvu également d'un point d'ossification de 0^{mm},4 de long seulement.

IV. — Carpe et doigts des rongeurs.

L'extrémité antérieure des rongeurs (lapin, cochon d'Inde, rat) présente une grande similitude de forme avec celle des carnassiers. Aussi serons nous bref, et, à côté des dimensions, nous nous bornerons à signaler certaines différences.

Le nombre des cartilages du carpe est plus considérable que chez le chien et le chat ; le cartilage central existe et reste indépendant chez tous ces rongeurs. Le semi-lunaire reste séparé du scaphoïde chez le lapin, mais lui est solidement uni à l'état adulte par des ligaments très forts qui ne permettent que peu de mouvements. Chez le cochon d'Inde et le rat, nous n'avons pu observer qu'une seule pièce squelettique à la place du scaphoïde et du semi-lunaire.

Chez les uns et les autres, le radius et le cubitus présentent aussi peu de mobilité que chez les carnassiers. Le pyramidal est creusé d'une vraie cavité articulaire supérieure pour recevoir l'apophyse styloïde du cubitus, et le radius offre des cavités glénoïdes pour le scaphoïde et le semi-lunaire, comme nous l'avons vu chez les carnassiers.

Les mouvements du carpe sur l'avant-bras se limitent à des mouvements antéro-postérieurs ; mais grâce à la présence du

cartilage central, le carpe et le métacarpe gagnent certainement beaucoup en mobilité aux dépens de la force.

Le trapèze est plus réduit encore que chez les carnassiers; mais ses rapports sont les mêmes, d'où faiblesse du pouce chez le lapin et le rat, et atrophie presque complète chez le cochon d'Inde chez lequel il est rejeté en arrière. Nous reviendrons sur cette question au sujet de l'ossification.

Outre ces faits généraux de développement communs à ces divers rongeurs, nous insisterons sur les particularités suivantes que nous avons pu observer chez des embryons très jeunes.

Voici les dimensions de la patte antérieure d'un embryon de lapin de $2^{cm},5$:

Embryon de lapin de $2^{cm},5$.

Longueur de l'extrémité du radius au bout du doigt du milieu	3^{mm}
Métacarpien	$1^{mm},25$
Nodule de la 1[re] phalange	$0^{mm},30$

Les quatre doigts externes sont libres dans une longueur de $0^{mm},80$, le tubercule du pouce n'a que $0^{mm},40$ de long.

Les diamètres transversaux des pièces du carpe sont les suivantes :

Diamètre transversal	$2^{mm},00$
Diamètre longitudinal	$0^{mm},65$

	Dimensions.
Scaphoïde	$0^{mm},180$
Semi-lunaire	$0^{mm},060$
Pyramidal	$0^{mm},240$
Cartilage central	$0^{mm},130$
Trapèze	$0^{mm},120$
Trapézoïde	$0^{mm},120$
Cartilage du grand os	$0^{mm},144$
Unciforme	$0^{mm},360$

En comparant sur une coupe horizontale, le squelette des quatre doigts externes avec le rayon du pouce, on constate que les premiers ont une longueur totale (métacarpiens et nodule de la première phalange) de 2^{mm}, et le pouce n'est long que de $0^{mm},6$. Le squelette de ce dernier n'est représenté que par un seul nodule cartilagineux long de $0^{mm},024$, large de $0^{mm},018$, qui est en rapport en haut avec le trapèze.

Le tubercule du pouce n'apparaît donc que postérieurement aux métacarpiens ; le développement de son squelette se fait, non pas en même temps que celui des métacarpiens, mais le nodule de son premier segment apparaît simultanément avec le premier nodule des autres doigts, c'est-à-dire avec leurs premières phalanges.

Un examen pratiqué sur un fœtus de rat de 4^{cm} de long donne les résulats suivants, que nous comparons au tableau des dimensions de l'extrémité d'un cochon d'Inde de $4^{cm},5$.

Patte antérieure d'un fœtus de Rat de 4^{cm}.

Du radius à l'extrémité du médins.......	$4^{mm},5$
Métacarpien..........................	$1^{mm},75$
1re phalange..........................	$0^{mm},75$
2e phalange..........................	$0^{mm},40$
3e phalange..........................	$0^{mm},50$
Le pouce est formé de : 1er segment......	1^{mm}
2e segment......	$0^{mm},4$
3e segment......	$0^{mm},5$

Le carpe est long de 1^{mm} et large de 2^{mm}.

La rangée supérieure comprend : 1° le scaphoïdo-semi-lunaire un seul cartilage, large de 1^{mm} et haut de $0^{mm},3$; 2° le pyramidal, large de $0^{mm},65$ et haut de $0^{mm},4$; 3° le pisiforme, d'un diamètre de $0^{mm},5$.

La rangée inférieure contient :

1° Trapèze................	large de	$0^{mm},20$	haut de	$0^{mm},20$
2° Trapézoïde............	—	$0^{mm},25$	—	$0^{mm},20$
3° Cartilage central.........	—	$0^{mm},40$	—	$0^{mm},25$
4° Cartilage du grand os....	—	$0^{mm},35$	—	$0^{mm},50$
5° Cartilage unciforme......	—	$0^{mm},75$	—	$0^{mm},50$

Patte antérieure d'un fœtus de Cabiai de $4^{cm},5$ de long.

Le carpe a 9^{mm} de long et un diamètre transversal de 2^{mm}. Un seul cartilage haut de $0^{mm},5$ pour le scaphoïde et semi-lunaire à diamètre transversal de $1^{mm},25$.

Le pyramidal a un diamètre transversal de $0^{mm},5$, pisiforme de $0^{mm},5$.
Le trapèze de $0^{mm},5$, situé en arrière du trapézoïde.

Trapézoïde = $0^{mm},25$.
Cartilage central = $0^{mm},15$ de diamètre.
Cartilage du grand os, diamètre transversal = $0^{mm},35$
Cartilage unciforme, diamètre transversal = $0^{mm},75$ et haut de $0^{mm},5$.

Métacarpien du doigt du milieu......	=	$2^{mm},50$	de long.
1re phalange......................	=	1^{mm}	—
2e phalange......................	=	$0^{mm},75$	—
3e phalange......................	=	1^{mm}	—

Nous n'avons pu apercevoir le nodule du pouce à cette époque.

V. — Carpe et doigts du porc.

Embryon de porc de 5cm de long.

Dimensions du carpe :

Diamètre transversal....................	1mm,75
— antéro-postérieur..............	1mm,00
— longitudinal....................	1mm,50

Surface articulaire radio-cubitale :

Diamètre transversal du radius............	1mm,50
— du cubitus...........	0mm,25

La hauteur du carpe est presque égale à sa largeur et le diamètre antéro-postérieur l'emporte considérablement sur ce qui existe chez l'homme, les singes, les carnassiers et les rongeurs.

L'extrémité inférieure du radius est large de 1mm,50 et forme la surface articulaire carpienne, sauf une étendue de 0mm,25 constituée par l'extrémité inférieure du cubitus, situé en arrière et en dehors du radius. Sur une étendue transversale de 1mm, le radius est en rapport avec le scaphoïde et le semi-lunaire. Le grand diamètre de ces deux pièces carpiennes est antéro-postérieur. Le pyramidal, d'un diamètre transversal de 0mm,5 répond à l'extrémité inférieure du cubitus, qu'il déborde en dehors.

Ces cartilages sont situés sur deux plans bien nets : le plan antérieur, constitué par l'extrémité antérieure du scaphoïde et celle du semi-lunaire, et le plan postérieur formé par l'extrémité postérieure de ces deux cartilages en dedans et le pyramidal en arrière. Le pisiforme est situé tout en arrière de ce dernier et n'a aucun rapport avec le cubitus (fig. 5, 6, 7).

La rangée inférieure comprend quatre cartilages. Le trapèze et le trapézoïde existent séparés, mais le nodule du trapèze n'occupe plus une position interne par rapport aux autres. Il est rejeté en arrière du trapézoïde qui, lui-même, est interne et postérieur au cartilage du grand os. Celui-ci, avec la moitié antérieure de l'unciforme, occupe un plan antérieur, tandis que le plan postérieur est constitué par le trapèze et le trapézoïde en dedans, la moitié postérieure de l'unciforme en dehors. Le trapèze, le trapézoïde et le cartilage du grand os répondent en haut au scaphoïde. Le trapézoïde, interne et postérieur, s'articule en bas avec le métacarpien accessoire interne situé en

dedans et en arrière du métacarpien principal interne. Le cartilage du grand os occupe la moitié antérieure et interne du carpe, d'un diamètre transversal de $0^{mm},5$ et répond à la surface articulaire du métacarpien principal interne. L'unciforme a une étendue transversale de $1^{mm},25$ et possède deux facettes articulaires inférieures ; la plus grande, antérieure, correspond au métacarpien principal externe et la petite, postérieure et externe, sert à l'articulation du métacarpien accessoire externe.

Les extrémités articulaires supérieures des quatre métacarpiens ont des diamètres d'une étendue correspondante à celle des cartilages avec lesquels ils sont en rapport : les deux métacarpiens principaux ont un diamètre transversal de $0^{mm},50$ et les accessoires de $0^{mm},20$ seulement ; ces derniers situés en arrière et en dehors des premiers.

Tels sont les seuls cartilages qui existent au carpe ; à aucun âge, nous n'avons pu apercevoir de cartilage surnuméraire. Ce résultat négatif concorde avec les conclusions de Rosenberg (*loc. cit.*) qui a cherché le cartilage central chez les embryons de porc sans pouvoir le découvrir.

En jetant un coup d'œil sur les figures (fig. 5, 6) qui représentent les sections transversales des rangées supérieure et inférieure du carpe d'un porc de 8^{cm} de long, on verra que, sauf un volume plus grand, la forme et la position respective des pièces carpiennes sont les mêmes.

L'examen d'un fœtus de porc de 27^{cm} de long, près de la naissance, nous donne les rapports suivants des pièces du carpe avec les segments de l'avant-bras et du métacarpe.

Diamètre transversal du radius en avant $= 9^{mm}$,
en arrière $= 7^{mm}$.

Le cubitus a un diamètre tranversal de 3^{mm} et occupe le bord externe et postérieur du radius, ce qui porte le diamètre transversal postérieur de l'articulation radio-cubitale inférieure à 10^{mm}. Le scaphoïde, le semi-lunaire et le pyramidal ont une étendue transversale de 11^{mm} ; les deux premiers situés en avant, en rapport surtout avec le radius et le troisième, en arrière, répondant au cubitus. Les deux métacarpiens principaux ont un diamètre transversal de 11^{mm} et sont en rapport avec le cartilage du grand os et l'unciforme qui a une étendue égale. Le trapézoïde en dedans et en arrière, la partie postérieure de l'unci-

forme en dehors et en arrière ont un diamètre de 2^{mm} et correspondent aux petites surfaces articulaires de 2^{mm} des métacarpiens accessoires. Le trapèze est un petit nodule cartilagineux situé en arrière du trapézoïde et arrive à toucher l'extrémité supérieure articulaire du métacarpien interne.

En somme, chez le porc, la rangée supérieure carpienne a ses trois cartilages à peu près également développés (scaphoïde, semi-lunaire et pyramidal). Le pisiforme est petit, sur le fœtus de 27, il n'a qu'un diamètre de 3^{mm}.

Dans la rangée inférieure le cartilage du grand os et de l'unciforme l'emportent considérablement sur les autres ; ce sont eux en effet qui supportent principalement la rangée supérieure en continuant le squelette du membre et en transmettant le poids du corps aux deux métacarpiens principaux. Le trapézoïde et le trapèze, très petits, restent seuls en rapport avec le métacarpien accessoire interne, tandis que le métacarpien accessoire externe ne répond qu'à la petite surface articulaire postérieure de l'unciforme.

Chez le porc, les segments de l'avant-bras sont solidement unis par un ligament interosseux ; ce qui explique l'absence de rotation. Quant à la configuration de leurs surfaces carpiennes, elle présente de grandes différences, quand on les compare à celles de l'homme, des carnassiers, etc. Déjà chez ces derniers, l'extrémité carpienne est dédoublée pour ainsi dire en deux surfaces articulaires secondaires. Chez le fœtus de porc, de 27^{cm} de long, la surface carpienne du radius et du cubitus présente au bord radial, sur un plan antérieur, deux cavités glénoïdes pour recevoir la partie antérieure du scaphoïde et du semi-lunaire ; ces deux cavités sont séparées par une crête antéro-postérieure. En arrière de ces cavités glénoïdes existe, sur un plan postérieur, un condyle d'un diamètre transversal de 7^{mm} reçu dans une cavité analogue du scaphoïde et du semi-lunaire.

La surface radio-cubitale externe, large de 4^{mm} et remontant de 2^{mm} au-dessus du condyle interne du radius, représente un faible condyle large de 3^{mm}, s'articulant avec une surface légèrement excavée formée par la partie externe du semi-lunaire et de la facette supérieure du pyramidal.

Les dimensions de ces diverses parties sont données dans le tableau ci-contre :

Fœtus de porc de 27cm de long.

Surface articulaire radio-cubitale :

Diamètre transversal du radius sur le plan	antérieur.....	9mm,00
— —	postérieur....	7mm,00
— —	du cubitus....	3mm,00

Dimensions du carpe :

Diamètre transversal...........................	=	11mm
— antéro-postérieur.......................	=	9mm
— longitudinal..........................	=	10mm

Si nous nous sommes appliqué à prendre ces mesures comparées de l'extrémité inférieure des pièces de l'avant-bras et des segments du carpe, c'est que, dès l'origine, leur développement respectif est en rapport constant, et comme nous le ferons ressortir plus loin, dépendant l'un de l'autre.

Si nous passons maintenant à l'étude des doigts, nous constatons que sur l'embryon de porc de 3cm de long, ils sont disposés en demi-cercle, les deux médians en avant, les deux latéraux en arrière et en dehors. Ceci est une conséquence de la disposition des pièces carpiennes sur deux plans différents (fig. 6).

Voici leurs dimensions sur le fœtus de porc de 5cm de long :

Les doigts médians ont une longueur de 5mm,90, dont :

3mm00 pour les métacarpiens.
1mm35 pour la 1re phalange.
0mm75 pour la 2e phalange.
0mm80 pour la 3e phalange.

Les doigts latéraux ont un millimètre de moins que les doigts du milieu.

Le diamètre des métacarpiens principaux est de 0mm,7 celui des métacarpiens latéraux n'est que de 0mm,2. La section des premiers donne une figure triangulaire à face interne plane, à face postérieure convexe et à face externe et antérieure convexe également. Les métacarpiens latéraux sont des tigelles cylindriques à cette époque.

Les dimensions sont les suivantes sur le fœtus de porc de 27cm de long ; la forme des métacarpiens médians est la même; celle des métacarpiens accessoires s'est modifiée de telle façon que leur section se rapproche de la forme triangulaire des premiers.

Le rapport des métacarpiens accessoires aux principaux est comme 5 est à 7.

Fœtus de porc de 27cm de long.

Longueur des doigts médians = 4cm,10, dont :

2cm10	pour les	métacarpiens.
0cm80	—	1res phalanges.
0cm50	—	2mes phalanges.
0cm70	—	3mes phalanges.

Longueur des doigts latéraux = 2cm,5, dont :

13mm	pour les	métacarpiens.
5mm	—	1res phalanges.
3mm	—	2mes phalanges.
4mm	—	3mes phalanges.

VI. — Carpe et doigts des Ruminants.

En passant des porcins aux ruminants, les dispositions décrites chez les premiers se prononcent de plus en plus. La rangée supérieure du carpe présente un plan antérieur constitué surtout par le semi-lunaire et la partie antérieure du pyramidal, tandis que la partie antérieure du scaphoïde ne prend plus qu'une faible part à la composition du plan antérieur. Le scaphoïde se développe surtout sur le plan postérieur. La rangée inférieure montre le cartilage du grand os, en rapport en haut avec le semi-lunaire et en bas avec le métacarpien principal interne, et l'unciforme affectant les mêmes relations avec le pyramidal et le métacarpien principal externe. Le trapézoïde occupe une position interne et postérieure.

Voir les dimensions de ces parties sur le tableau :

Embryon de veau de 7cm de long.

Dimensions du carpe :

Diamètre longitudinal	1mm,60
Rangée supérieure	0mm,80
Rangée inférieure	0mm,80
Diamètre antéro-postérieur	1mm,00
Diamètre transversal	2mm,00
— du scaphoïde en avant	0mm,5
— semi-lunaire	0mm,75
Diamètre le plus grand du pyramidal	0mm,75
Diamètre des cartilages du trapézoïde et du grand os	1mm,00
— de l'unciforme	1mm,00
Le pisiforme a un diamètre transversal de	0mm,25
— longitudinal de	0mm,5

La rangée interne du carpe, constituée par le scaphoïde et le

trapézoïde, est donc considérablement réduite ; ces pièces sont suivies, chez les embryons et les fœtus très jeunes, d'un métacarpien interne et postérieur, et leur peu de développement est en rapport avec l'atrophie de ce dernier. Il en est de même du métacarpien latéral externe (fig. 4).

Chez les ruminants, nous voyons que chez l'embryon et le fœtus le radius prend une position antérieure et de plus en plus prépondérante sur le cubitus ; sur le fœtus de veau de 7^{cm}, le diamètre de l'extrémité inférieure du dernier n'est que le 1/7 ou le 1/8 de celui du radius. Il n'y a plus de mobilité entre les deux segments, et plus tard ils se souderont, quoique le cubitus continue, par son extrémité inférieure, à faire partie de l'articulation de l'avant-bras avec le carpe.

Celui-ci a un développement correspondant à ces modifications des segments de l'avant-bras ; son diamètre longitudinal, autrement dit sa hauteur, arrive presque à égaler son étendue transversale. Il prend une forme de plus en plus carrée, ce qui résulte de la position postérieure du pyramidal, qui reste en rapport avec le cubitus, mais qui, comme chez les porcins, se creuse d'une cavité glénoïde pour recevoir la tête articulaire de ce dernier.

Le trapézoïde est une pièce insignifiante, comparée au grand développement de l'unciforme et du cartilage du grand os, et, avant la fin de la période fœtale, il se fusionne complètement avec ce dernier.

A. Rosenberg n'a pas pu trouver le trapèze chez le mouton ; nous n'avons pas été plus heureux que cet observateur ; l'agénèse de ce cartilage paraît constante.

Les cartilages du scaphoïde et du semi-lunaire, surtout ce dernier, prennent un grand développement en arrière, supportent ainsi, en se creusant de cavités glénoïdes, les condyles du radius et transmettent le poids du membre et du corps, principalement au grand os et à l'unciforme. Celui-ci est en rapport avec la moitié externe du semi-lunaire et le pyramidal en haut, et en bas, avec le métacarpien externe, tandis que le cartilage du grand os, complété en arrière par le trapézoïde, s'articule avec le scaphoïde et le semi-lunaire en haut, avec le métacarpien interne en bas.

Examinons maintenant les rapports du carpe avec les seg-

ments de l'avant-bras. Comme ils sont les mêmes chez le veau de 7^{cm} de long que chez celui de 40^{cm}, nous les décrirons chez ce dernier, à cause des dimensions plus grandes (fig. 4).

Le radius a une forme semi-circulaire vers son extrémité inférieure. Le diamètre transversal et sa surface articulaire est de $1^{cm},5$, et, à son angle postérieur et externe, il est uni intimement au cubitus, large de $0^{mm},5$. Le scaphoïde, le semi-lunaire, qui ont une largeur de 1^{cm} et la partie antérieure du pyramidal répondent au radius. La moitié postérieure et externe du pyramidal est en rapport avec le cubitus. Le pisiforme est situé contre l'angle postérieur du pyramidal et a un diamètre de 5^{mm}.

Le trapézoïde et le cartilage du grand os ont en avant un diamètre transversal de 7^{mm}, et en arrière de 8^{mm}; ils répondent en haut au scaphoïde et un peu au semi-lunaire, et en bas au métacarpien principal interne qui est large de 7^{mm}. L'unciforme répond de même aux 3/4 externes du semi-lunaire, et en bas au métacarpien principal externe.

Fœtus de veau de 40^{cm} de long.

Carpe. — Diamètre longitudinal.............	9^{mm}
— antéro-postérieur.........	10^{mm}
Surface articulaire supérieure du métacarpe :	
Diamètre transversal (plan antérieur)..........	12^{mm}
— (plan postérieur).........	14^{mm}
Diamètre antéro-postérieur...................	10^{mm}

Sur le mouton de 20^{cm}, le diamètre transversal du radius et du cubitus est de 9^{mm}; sur un fœtus de 52^{cm}, l'étendue transversale de la surface articulaire du radius est de 17^{mm}, celle du cubitus de 3^{mm}; le diamètre antéro-postérieur est de 15^{mm} au milieu.

Chez le veau, comme chez le mouton, le radius présente sur sa face articulaire inférieure les dispositions suivantes : en dedans et en avant, il existe deux cavités glénoïdes d'un diamètre antéro-postérieur de 5^{mm} chez le mouton de 52^{cm}, en rapport avec des saillies de même forme du scaphoïde et du semi-lunaire. Les cavités glénoïdes du radius sont séparées d'avant en arrière par une saillie antéro-postérieure. En arrière et en dedans, le radius présente un condyle large de 5^{mm} et d'un diamètre antéro-postérieur de 7^{mm}, reçu dans une cavité analogue

du scaphoïde. Plus en dehors, il existe sur le radius un condyle semblable, large de 6^{mm}, limité en arrière par une cavité glénoïde assez profonde; ce dernier condyle et cette dernière cavité glénoïde répondent au semi-lunaire. En outre, l'extrémité externe du radius forme avec l'extrémité inférieure du cubitus un condyle d'un diamètre transversal de 6^{mm}, convexe d'avant en arrière et concave de dehors en dedans. Il est reçu dans une cavité articulaire du pyramidal.

Quoique le nombre des pièces carpiennes de la rangée supérieure soit le même que chez les animaux pentadactyles, nous voyons que leur forme est bien différente et surtout leurs connexions avec l'avant-bras sont tout autres. Au lieu d'une cavité articulaire offerte par l'extrémité inférieure du radius et du cubitus, nous observons une série de condyles et de cavités glénoïdes qui assurent une grande solidité à cette articulation et rendent tous les mouvements, sauf la flexion et l'extension à peu près impossibles. C'est une véritable charnière très compliquée.

Le métacarpe des embryons et des fœtus de ruminants (bœuf, mouton) est constitué de la façon suivante : deux métacarpiens principaux et deux accessoires, dont les dimensions sont données dans le tableau :

Embryon de veau de 7^{cm} de long.

Métacarpiens principaux..........................			6^{mm},70
Le diamètre antéro-postérieur de l'extrémité supérieure est de..			1^{mm},00
Le diamètre antéro-postérieur de l'extrémité inférieure est de..			1^{mm},00
Le diamètre antéro-postérieur de la diaphyse..........			0^{mm},6
La 1re phalange des métacarpiens principaux est longue de			2^{mm},00
La 2e phalange	—	—	1^{mm},30
La 3e phalange	—	—	1^{mm},75
Le métacarpien accessoire externe est long de.........			4^{mm},00
Son diamètre est de..............................			0^{mm},20

Sur le fœtus de veau de 40^{cm} de long, la longueur de ces parties est :

Doigts médians = 8^{cm} de long, dont :

4^{cm},50	pour	métacarpiens.
1^{cm},20	—	1re phalange.
0^{cm},70	—	2e phalange.
1^{cm},00	—	3e phalange.

Plus de trace de métacarpiens latéraux, doigts latéraux (ergots) 6^{mm} de long.

Nous n'avons rien à ajouter au sujet des deux métacarpiens principaux ; quant aux deux accessoires, voici les faits particuliers de développement qu'ils présentent. Sur le veau de 7^{cm}, comme sur le fœtus de mouton de 10^{cm} de long, ils arrivent en haut jusqu'auprès du carpe et en bas cessent d'exister vers le tiers inférieur du métacarpe à 1^{cm} de l'ergot.

Sur un fœtus de veau de 7^{cm} de long, nous n'avons trouvé que le métacarpien accessoire externe ; nous n'avons pas vu trace de l'interne. Le premier s'étendait le long de la partie moyenne des deux métacarpiens principaux. Son extrémité inférieure était éloignée de 2^{mm},5 de l'articulation métacarpo-phalangienne. Son extrémité supérieure arrivait au contact du métacarpien principal externe, sans être en relation avec le carpe. Son diamètre latéral et l'antéro-postérieur n'étaient que de 0^{mm},25. Ce métacarpien était cartilagineux dans toute sa longueur.

Les coupes transversales pratiquées sur le métatarse d'un veau de 9^{cm} nous ont donné des résultats analogues ; nous ne voyons que le métatarsien latéral externe, situé en arrière des métatarsiens principaux. Ceux-ci, à leur extrémité supérieure, sont déjà fusionnés dans leur moitié antérieure et séparés en arrière. Ils ont un diamètre transversal de 2^{mm},5 et antéro postérieur de 2^{mm} ; le métatarsien latéral externe n'a qu'un diamètre de 0^{mm},25 d'avant en arrière et de 0^{mm},4 de dedans en dehors. Il est séparé du métacarpien principal externe par un intervalle de 0^{mm},1, rempli de tissu cellulaire. Plus bas nous avons trouvé les deux métatarsiens latéraux, l'interne comme l'externe, les deux ayant un diamètre de 0^{mm},1 seulement, situés en arrière des métatarsiens principaux, ici complètement séparés, atteignant un diamètre antéro-postérieur de 1^{mm},5 et chacun un diamètre transversal de 0^{mm},9 ; les métatarsiens accessoires, à ce niveau, sont séparés des premiers par une distance de 0^{mm},25.

Chez un fœtus de mouton de 12^{cm} je trouve les mêmes relations ; les deux métacarpiens accessoires ont un diamètre de 0^{mm},25 ; les principaux de 2^{mm} ; ceux-ci sont ossifiés, les autres sont cartilagineux.

Sur un veau de 14^{cm} de long il n'existe que le métacarpien accessoire externe très éloigné du métacarpien principal, sauf tout en haut, près de l'extrémité articulaire où il est en contact

avec lui. C'est là que se forme parfois une facette diarthrodiale par laquelle ce stylet osseux s'articule avec le métacarpien principal externe.

Sur le métatarse du veau de 14^{cm}, il n'y a plus aucune trace des métatarsiens accessoires ni à l'extrémité articulaire ni plus bas.

Ainsi se présentént les métacarpiens et le métatarsiens accessoires chez les fœtus de veau et de mouton. Leur disparition a lieu dans la plus grande partie de leur étendue. Seule, leur portion supérieure persiste, et, d'après Rosenberg, se fusionne avec le métacarpien principal. Généralement à la fin de la période intra-utérine, nous n'en avons plus trouvé de vestiges. Une fois, sur un veau d'un mois, après la naissance, nous avons constaté la présence d'un métatarsien accessoire externe sous forme d'un stylet de 2^{cm} de long, et d'un interne sous forme d'un noyau cartilagineux de 1^{cm}. Les deux nodules étaient en train de se souder à l'extrémité supérieure des métatarsiens principaux.

Bendz (*Explicatio iconcium etc., Hafniæ,* 1850) a prétendu que les métacarpiens accessoires s'étendent du carpe à l'ergot et compare cet état à ce qui existe dans les rayons non différenciés de l'archipterygium.

Rosenberg (*loc. cit.*) qui a étudié les métatarsiens accessoires, nous, qui avons examiné les métacarpiens et les métatarsiens accessoires, nous n'avons jamais pu constater la continuité de ces pièces ni avec le tarse ou le carpe en haut, ni avec les pièces de l'ergot en bas. Tant qu'on a cru à une masse cartilagineuse unique, on a pu admettre théoriquement cette continuité; mais du moment que chaque segment apparaît par un nodule distinct, il faut bien s'incliner devant le fait d'observation.

Quel est le nombre des phalanges et quels sont les rapports des doigts qui font suite aux métacarpiens et aux métatarsiens accessoires?

Sur un embryon de mouton de 3^{cm} de long, les deux ergots ont apparu sous forme de deux tubercules hauts de 0^{mm},3 et larges de 0^{mm},84. Ils sont situés (v. fig. 40) à 2^{mm} de l'extrémité terminale. Le centre de ces deux saillies est occupé par une traînée de tissu cartilagineux embryonnaire plongé dans le tissu cellulaire embryonnaire et sur le mouton de 10^{cm} de long, l'ergot a atteint une hauteur de 1^{mm} et il est pourvu à son cen-

tre d'un nodule cartilagineux de $0^{mm},600$ de diamètre. Il est séparé de l'articulation métacarpo-phalangienne par du tissu lamineux embryonnaire et par le cartilage sésamoïde situé à la face postérieure de cette articulation (fig. 41).

C'est bien plus tard qu'apparaîtra un second nodule cartilagineux à la partie interne (proximale) du premier ; le fœtus de mouton de 24^{cm} ne possède encore que le premier qui se présente sous forme d'un stylet cartilagineux allongé dans le sens de l'axe de l'ergot. Le fœtus de 34^{cm} a le premier nodule plus développé encore, surtout dans . sens transversal, et son extrémité externe commence à s'ossifier : on aperçoit en outre au-dessus de son extrémité supérieure un petit nodule cartilagineux réuni au premier, non par une surface articulaire, mais par du tissu lamineux (fig. 79 et 80).

Le squelette de l'ergot est et restera toujours séparé de l'articulation métacarpo-phalangienne par les tendons des fléchisseurs des doigts. Les deux pièces seront réunies par une cavité articulaire et s'ossifieront complètement. Ni chez le mouton, ni chez le bœuf, nous n'avons jamais pu constater plus de deux phalanges à l'ergot soit en avant soit en arrière. Ces deux phalanges restent éloignées et sans relation directe avec les deux doigts médians ou l'os canon. Aussi la figure que donne Gegenbaur (*Manuel d'anat. comparée*, p. 662) et qui représente trois phalanges constituant l'ergot du bœuf articulé latéralement avec l'extrémité inférieure de l'os canon, est-elle absolument inexacte. Il se peut que l'auteur ait voulu figurer les os sésamoïdes situés entre l'os canon et les phalanges, mais alors encore le dessin ne représente pas la réalité des choses, parce que le squelette de l'ergot n'arrive jamais au contact des os sésamoïdes.

VII. — Carpe et doigts des solipèdes.

On sait que chez les solipèdes adultes, le cubitus n'existe que dans la région supérieure de l'avant-bras ; il se termine vers le quart inférieur du radius par une pointe aiguë, et, dans toute sa longueur, il est soudé à la face postérieure du radius. Il s'agirait de savoir si chez l'embryon et le fœtus, le cubitus cartilagineux existe jusqu'au carpe comme pièce squelet-

tique complète et indépendante du radius? J. de Christol (1) regarde l'absence de l'extrémité inférieure du cubitus comme un *arrêt de développement*. « Le cubitus *est interrompu* vers son tiers inférieur. »

P. Gervais (2) se fondant sur l'anatomie comparée, croit à l'existence d'un cubitus complètement développé à l'état cartilagineux chez les fœtus des solipèdes.

A. Rosenberg (*loc. cit.*) a examiné à ce point de vue des embryons de cheval et il est arrivé à des résultats qui semblent confirmer les prévisions de P. Gervais. Le cubitus est complètement développé dans les stades très jeunes. Sur un embryon qui mesure 2^{mm},3 à partir de la fente inguinale jusqu'à l'extrémité du membre, le cubitus est un segment complet, assez distant du radius à son extrémité inférieure. Sur un embryon dont la longueur de la tubérosité du calcanéum à l'extrémité du doigt est de 4^{mm},3, le radius et le cubitus se touchent. Sur un embryon où cette même longueur est de 18^{mm},3 l'épiphyse inférieure du cubitus n'est pas fusionnée encore avec le radius.

Voici ce que nous avons constaté d'après nos propres observations : sur un fœtus de cheval de 9^{cm} de long, où la longueur de la tubérosité du calcanéum au bout du doigt est de 18^{mm}, le radius a une longueur de 8^{mm},5 ; le cubitus a une longueur de 8^{mm}, mais celui-ci monte de 3^{mm} plus haut que le radius, et cesse au niveau de l'extrémité inférieure du point d'ossification du radius qui a une longueur de 5^{mm}, c'est-à-dire à 1^{mm}, 5 au-dessus du carpe. — Le point d'ossification du cubitus a une étendue de 3^{mm},5 et son extrémité supérieure monte de 1^{mm} au-dessus de celle du point d'ossification du radius, Le diamètre transversal du radius au niveau de la pointe du cubitus est de 1^{mm},5, son diamètre antéro-postérieur de 1^{mm}; le diamètre antéro-postérieur de la pointe du cubitus est de 0^{mm},40; son diamètre transversal de 0^{mm},25 et la pointe est complètement ossifiée. Il n'y a plus de cartilage au-dessous de cette dernière.

Déjà à cette époque l'extrémité supérieure du cubitus a un volume plus faible que le radius au même niveau; il en est de

(1) J. de Christol. *Sur l'anatomie comparée des Solipèdes vivants et fossiles. Comptes rendus*, 1852.

(2) P. Gervais. *Mém. sur la comparaison des membres chez les animaux vertébrés. Annales des soc. nat.*, 3e *série*, 1853, *et théorie du squelette humain*, Paris, 1856.

même du diamètre transversal du premier, qui est de 1^{mm}, ainsi que le diamètre antéro-postérieur; le diamètre transversal du radius est de 2^{mm} et son diamètre antéro-postérieur de $1^{mm},5$.

Le radius et le cubitus sont séparés en haut par une distance de $0^{mm},35$, et à la pointe du cubitus cette distance est de $0^{mm},25$, remplie par la gaîne cellulo-fibreuse des deux segments.

Sur le fœtus de 38^{cm}, le cubitus et radius sont dans le même état; ils sont mobiles l'un sur l'autre.

Sur celui de 70^{cm}, l'extrémité inférieure du cubitus est mobile sur le radius; c'est à la partie moyenne que la soudure commence.

Nous concluons de ces observations que le cubitus, dans les stades très jeunes, arrive au niveau de l'extrémité inférieure du radius. Mais ce dernier seul se développe par en bas et dépasse bientôt la pointe inférieure du cubitus. Personne n'a constaté que l'extrémité inférieure fût en rapport avec le carpe à aucune période de développement chez les solipèdes. L'extrémité inférieure, articulaire, en d'autres termes, n'existe jamais. Le radius forme à lui seul la surface carpienne.

La configuration de cette surface diffère considérablement de ce que nous avons vu chez les animaux polydactyles et se rapproche de celle des ruminants. C'est une réunion de condyles et de surfaces glénoïdes. Sur un plan antérieur se trouvent, de dedans en dehors, deux surfaces glénoïdes séparées au milieu par une crête antéro-postérieure, destinées à recevoir les surfaces convexes antérieures du scaphoïde et du semi-lunaire et une petite portion du pyramidal. Sur un plan postérieur, nous observons deux condyles : l'interne correspondant au scaphoïde et descendant plus bas que le condyle externe qui répond au semi-lunaire et au pyramidal (fig. 8 et 9).

Les dimensions de ces diverses parties sont les suivantes, données par les tableaux ci-contre :

Embryon de cheval de 9^{cm} de long.

Dimensions du carpe :

Diamètre latéral........................	$3^{mm},00$
— antéro-postérieur................	$1^{mm},50$
— longitudinal....................	$2^{mm},00$

Dans la rangée supérieure, le scaphoïde, le semi-lunaire et le pyramidal ont chacun 1^{mm} de large.

Dans la rangée inférieure, le cartilage du grand os a un diamètre tranversal de $1^{mm},50$ et l'unciforme $0^{mm},5$; le trapézoïde est un petit nodule de quelques centièmes de millimètres.

Fœtus de cheval de 38^{cm} *de long.*

Dimensions du carpe :

Diamètre transversal	$15^{mm},00$
— longitudinal	$10^{mm},00$
— antéro-postérieur	$12^{mm},00$
— transversal du scaphoïde et du semi-lunaire	$10^{mm},00$
Diamètre transversal du pyramidal	$5^{mm},00$
— — du cartilage du grand os (en avant)	$9^{mm},00$
— — du trapézoïde	$2^{mm},5$
— — de l'unciforme	$3^{mm},5$
Diamètre transversal du métarcapien principal (en avant)	$10^{mm},00$
— (en arrière)	$7^{mm},00$
Diamètre transversal des métacarpiens rudimentaires (de chacun)	$2^{mm},00$

Nous rapprochons de ces mensurations celles du membre antérieur d'un fœtus de dauw à terme, que nous devons à l'obligeance de M. le Professeur Pouchet :

Longueur du radius $8^{cm},5$, le cubitus ne dépasse pas la moitié de sa longueur et cesse au milieu du corps du premier par un stylet.

Diamètre transversal de l'articulation radiale inférieure	$2^{cm},3$
— du carpe	$2^{cm},5$
— du cartilage du grand os (en avant)	$1^{cm},7$
— du trapézoïde (déjeté en arrière.)	$0^{cm},6$
— de l'unciforme	$0^{cm},6$
Surface articulaire du métacarpien du milieu. — Diamètre transversal en avant	$2^{cm},3$
Métacarpiens latéraux	$0^{cm},5$

Sur le fœtus de cheval de 22^{cm} de long, le condyle interne du radius a un diamètre transversal de 2^{mm} et un diamètre antéro-postérieur de 1^{mm}, et le condyle externe un diamètre transversal de 4^{mm}.

Le fœtus de 38^{cm} de long a un condyle interne large de 3^{mm}; l'externe est de 7^{mm}; l'interne descend de 2^{mm} au-dessous de la surface radiale de l'externe. La rangée carpienne supérieure est formée du scaphoïde, du semi-lunaire, du pyramidal; le sca-

phoïde est interne et un peu postérieur aux autres. Leur diamètre antéro-postérieur est de 7^{mm}. Ils forment une surface supérieure radiale, excavée transversalement et au milieu, de façon à recevoir les condyles du radius, tandis qu'en avant et en arrière ils débordent pour se mettre en rapport avec ses cavités glénoïdes.

La rangée inférieure est formée en avant surtout par le cartilage du grand os, qui est en rapport en haut avec le scaphoïde et le semi-lunaire et en bas avec la surface carpienne du métacarpien principal. Le trapézoïde répond à la partie postérieure du scaphoïde en haut, et au métacarpien interne en bas. L'unciforme répond en haut au pyramidal et à une petite portion du semi-lunaire, et en bas s'articule avec le métacarpien externe et avec une facette antérieure et une autre postérieure du métacarpien principal (fig. 8 et 9).

Fœtus de cheval de 70^{cm} de long.

L'extrémité articulaire inférieure a un diamètre transversal de	3^{cm},50
Diamètre antéro-postérieur de la même surface en dedans de	1^{cm},50
— — en dehors de	1^{cm},00

Dimensions du carpe :

Diamètre transversal	3^{cm},50
— longitudinal	2^{cm},50
— antéro-potérieur	1^{cm},50

Rangée supérieure.	Diam. transversal.
Scaphoïde	1^{cm},50
Semi-lunaire	1^{cm},30
Pyramidal	0^{cm},70

Le pisiforme est long de 1^{cm} et épais de 0^{cm},5.

Rangée inférieure.	Diam. transversal.
Trapézoïde. — Grand diamètre	1^{cm},00

Le cartilage du grand os a un diamètre transversal de 2^{cm} en avant, sur une étendue antéro-postérieure de 8^{mm}, et un diamètre transversal de 11^{mm}, en arrière, sur une étendue antéro-postérieure de 8^{mm}.

L'unciforme a un diamètre transversal de 7^{mm} et un diamètre antéro-postérieur de 1^{cm},7.

Sur le fœtus de 70^{cm} les connexions sont les mêmes sauf les dimensions plus grandes des diverses pièces squelettiques.

L'articulation du carpe dont les diamètres sont consignés

dans le tableau ci-dessus, se fait de la façon suivante avec le métacarpe.

Le diamètre antéro-postérieur du métacarpien principal est de 15^{mm} ; sa largeur en avant est de $2^{cm},7$ et en arrière de $1^{cm},5$. Les deux côtés de la moitié postérieure sont complétés par les surfaces articulaires des deux métacarpiens accessoires, ayant chacun un diamètre de 5 à 7^{mm} de large.

Le métacarpien principal n'est en rapport en haut qu'avec le cartilage du grand os et la portion antérieure de l'unciforme. La facette postérieure de ce dernier s'articule avec le métacarpien accessoire externe.

Le métacarpien accessoire interne est en rapport avec le trapézoïde et le trapèze, quand ce dernier existe, sa présence étant loin d'être constante.

Joly et Lavocat (*loc. cit.*), Chauveau et Arloing ont tiré de ces rapports la conclusion que le métacarpien principal résulterait de la soudure du troisième et du quatrième métacarpien des pentadactyles. Il nous semble que le grand développement du cartilage du grand os qui, à lui seul, constitue la majeure partie de la surface articulaire pour le métacarpien principal, est plutôt en relation avec le volume du segment plus externe (distal), d'après la loi de subordination qui sera indiquée plus loin.

Métacarpe. — La région métacarpienne des solipèdes comprend trois segments ; un métacarpien principal ou médian et deux latéraux ou accessoires. Ajoutons immédiatement que dans les conditions normales nous n'avons jamais pu observer d'autres segments à aucun stade du développement.

Le métacarpien principal est seul suivi de trois phalanges et la longueur de ces diverses pièces est donnée dans le tableau suivant chez l'embryon de cheval de 9^{cm} de long, le plus jeune que nous ayons pu voir.

Métacarpien principal long de...............	$4^{mm},00$
1re phalange.........................	$2^{mm},5$
2e phalange..........................	$1^{mm},00$
3e phalange..........................	2^{mm}

Le diamètre antéro-postérieur du métacarpien principal est de 1^{mm} vers le milieu de sa longueur, de $1^{mm},5$ à ses extrémités.

Voici la longueur de ces mêmes pièces au membre postérieur; le métatarsien principal est long de $8^{mm},5$, son diamètre antéro-

postérieur est de 1^{mm} au milieu et de $1^{mm},5$ aux extrémités.

Le métatarsien latéral externe a une longueur de $5^{mm},5$; un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},35$ à la pointe et au milieu et de $0^{mm},6$ à l'extrémité supérieure. Celle-ci s'articule en haut avec le cuboïde ; le point d'ossification a une étendue de $1^{mm},50$; l'extrémité inférieure cartilagineuse est longue de 2^{mm} et l'extrémité supérieure de 2^{mm} également.

L'extrémité inférieure des métacarpiens accessoires se termine au niveau de l'extrémité inférieure du point d'ossification du métatarsien principal, c'est-à-dire à $2^{mm},5$ au-dessus de l'articulation métatarso-phalangienne.

Sur le cheval de 18^{cm} de long, la pointe du métacarpien et du métatarsien latéral est encore cartilagineuse et arrive toujours au niveau inférieur du point d'ossification du métacarpien principal ; le diamètre antéro-postérieur du métacarpien principal est de $1^{mm},75$; celui du métacarpien latéral de $0^{mm},35$.

L'extrémité articulaire inférieure cartilagineuse du métacarpien principal a une longueur de $4^{mm},5$; par conséquent, la pointe du métacarpien latéral est distante également de $4^{mm},5$, de l'articulation métacarpo-phalangienne.

Sur le fœtus de 30^{cm} le métacarpien latéral a une pointe cartilagineuse inférieure longue de 3^{mm} ; il a un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},75$ et arrive toujours au niveau de l'extrémité inférieure du point d'ossification du métacarpien principal, qui a, en ce point, un diamètre antéro-postérieur de 3^{mm}; l'extrémité cartilagineuse inférieure du métacarpien principal a une longueur de $6^{mm},5$.

Chez le fœtus de cheval de 70^{cm} de long, les métacarpiens latéraux sont ossifiés jusqu'à l'extrémité inférieure sauf un bouton cartilagineux de 1^{mm} pour l'interne et de 3^{mm} pour l'externe.

Le cubitus, comme nous l'avons vu et le péroné, chez le cheval, se développent chacun séparément dans les premiers stades embryonnaires et arrivent près du carpe et du tarse. Plus tard, tout en étant située à une certaine distance du radius et du tibia, leur extrémité inférieure ne se développe plus par en bas; elle se termine en une pointe, qui sera envahie par l'ossification comme le corps de l'os. C'est seulement après l'ossification complète que se fera l'union des deux os de l'avant-bras et de

la jambe, par l'extension de l'ossification dans les périostes qui se touchent et se confondent.

Les métacarpiens et les métatarsiens latéraux des solipèdes (cheval, âne, dauw), se développent de même dans les stades jeunes, parallèlement au métacarpien et au métatarsien principal comme pièce cartilagineuse arrivant près de l'articulation métacarpo ou métatarso-phalangienne. Plus tard, les latéraux ne participent plus au développement du métacarpien ou métatarsien médian à l'extrémité inférieure. Le point d'ossification primitif s'étend à la pointe qui les termine par le bas. Ce même point d'ossification envahit l'extrémité supérieure et chez le fœtus de cheval à la naissance, il produit l'extrémité supérieure. Cependant à cette époque, les métacarpiens et les métatarsiens latéraux sont deux pièces osseuses encore complètement séparées du métacarpien médian. C'est bien plus tard qu'ils se fusionnent avec ce dernier; sur un cheval de 16 ans, j'ai pu constater que la fusion n'était pas complète et que les métacarpiens latéraux étaient pourvus au tiers supérieur d'un petit canal médullaire, tandis que plus bas ce dernier avait disparu.

VIII. — Tarse de l'homme, du singe, des carnassiers et des rongeurs.

A. *Tarse de l'homme et du singe.* — En ce qui concerne les extrémités postérieures, nous n'étudierons avec quelque détail que le tarse, à cause de la similitude de développement et de constitution des métatarsiens et des doigts avec les métacarpiens et les doigts des membres antérieurs.

Les différentes mensurations que nous donnerons montrent le nombre et la grandeur relative des diverses pièces cartilagineuses composant le tarse chez le fœtus humain. Les figures indiquent en outre leurs rapports réciproques.

Cette étude met en relief les faits suivants : le tarse humain possède dès l'origine les segments au nombre de sept qu'il aura à l'état adulte. Toutes les pièces qui le constituent apparaissent par un seul nodule cartilagineux. Par leur mode d'union, ils constituent dès l'origine la double voûte si bien décrite par Tillaux (1) chez l'adulte, dans le sens transversal et dans le sens antéro-postérieur.

(1) *Anatomie topographique*, 1882.

En comparant à la section verticale et transversale du pied adulte représentée par Tillaux, la coupe transversale que nous donnons de la rangée inférieure du tarse (fig. 19) chez un fœtus de $\frac{5}{6}$, alors que le diamètre transversal à ce niveau n'atteint que $1^{mm},75$, on remarquera la parfaite analogie et les mêmes rapports des trois cunéiformes et du cuboïde. Ces derniers sont placés sur un plan inférieur et forment une saillie marquée au bord externe du tarse, tandis que le 2ᵉ et 3ᵉ cunéiforme sont repoussés vers le dos du pied et que le 1ᵉʳ cunéiforme, supportant le premier segment du gros orteil, descend plus bas que les deux autres, mais n'arrive pas cependant au même niveau que le cuboïde. De là, la forme excavée de la face plantaire, dès que la forme des cartilages tarsiens apparaît.

Grâce à la saillie inférieure du cuboïde qui supporte en dehors le dernier métatarsien et au développement en épaisseur du premier segment du gros orteil, qui atteint chez l'embryon de $\frac{5}{6}$ une hauteur de 1^{mm} et descend de $0^{mm},5$ plus bas que le plan du métatarse, le pied du fœtus humain représente une voûte antéro-postérieure, avant qu'il y ait station. Les trois points représentant les piliers de la voûte sont dessinés : c'est le talon, la tête du premier et du 5ᵉ métatarsien.

La forme du pied restera la même jusqu'au moment où l'enfant voudra s'appuyer sur le sol comme il ressort des mensurations ci-contre; on voit donc que ces parties sont disposées et appropriées à la station et à la marche, longtemps avant que l'organisme soit en état d'en faire usage.

Chez les embryons de $\frac{4}{5}$ et $\frac{5}{6}$ centimètres de long, toutes les pièces tarsiennes, le calcanéum y compris, se sont toujours présentées à nous chacune comme un segment unique.

Nous donnons ci-contre leurs proportions relatives chez un fœtus humain de $\frac{9}{12}$ (fig. 10).

Longueur du talon à l'extrémité du gros orteil........			$12^{mm},00$
Le calcanéum est long de $4^{mm},00$ et l'astragale long de			$0^{mm},75$
Cuboïde.............		$1^{mm},25$	
Scaphoïde............		$0^{mm},75$	
Cunéiformes.	1ᵉʳ....	$1^{mm},50$ s'étend de $0^{mm},5$ au delà du métatarsien du 2ᵉ orteil.	
	2ᵉ.....	$0^{mm},05$	
	3ᵉ.....	$0^{mm},08$	

Remarquons en outre que sur l'embryon de $\frac{4}{5}$ et sur celui

de $\frac{5}{6}$ le premier orteil n'arrive pas en avant au même niveau que le 2e; son extrémité terminale reste éloignée de celle du 2e de $1^{mm},5$. Plus tard, comme chez l'adulte, le gros orteil sera le plus long.

Diamètre transversal de l'articulation tarso-métatarsienne 4^{mm}.

L'état du squelette des quatre derniers métatarsiens et du premier segment du gros orteil est le suivant :

Métatarsien du médius long de.	5^{mm}.	Avec un point d'ossification de 1^{mm} de long.
Dernier métatarsien..........	4^{mm}.	

Le 1er segment du gros orteil est long de $3^{mm},15$ et son point d'ossification n'atteint que $0^{mm},85$.

Chez le fœtus humain de 7/10.

Les 4 derniers métatarsiens sont longs de $3^{mm},5$ en moyenne avec un point d'ossification de $0^{mm},65$.

Le 1er segment du gros orteil est long $2^{mm},5$ et son point d'ossification atteint seulement $0^{mm},4$.

Il est intéressant de comparer au pied du fœtus humain les dimensions et la forme du tarse du fœtus de gibbon de 6 mois.

Il mesure de la base du métatarsien du 2e orteil au bout du doigt..................................	$3^{cm},5$
Orteil du milieu..................................	$3^{cm},8$
4e orteil..................................	$3^{cm},5$
5e orteil..................................	$2^{cm},7$
Le gros orteil ou pouce mesure à partir du 1er cunéiforme.	$2^{cm},6$
Il faut ajouter que le 1er cunéiforme s'avance de........ en avant de la base du métatarsien du 2e orteil.	$0^{cm},2$
Largeur du pied au niveau des quatre articulations métatarso-phalangiennes externes......................	$1^{cm},13$
Diamètre transversal tarso-métatarsien................	$2^{cm},00$

Comme chez le fœtus humain, le 1er cunéiforme est le plus grand ; il est long de 5^{mm} et large de $2^{mm},5$.

Le 2e cunéiforme est long de $2^{mm},5$ et large de $2^{mm},2$.

Le 3e cunéiforme est long de 3^{mm} et large de $2^{mm},5$.

La longueur de l'extrémité postérieure du calcanéum à la partie antérieure du 1er cunéiforme est de 2^{cm}.

Comme il ressort de ces mensurations et comme le prouve la seule inspection de la figure (fig. 12), le squelette du pied du gibbon n'est pas celui d'une main ; c'est un pied comme chez l'homme. Huxley et C. Vogt ont déjà fait une remarque semblable pour le membre postérieur des anthropomorphes. Quelles sont les dispositions organiques qui en font

un pied préhensible? En comparant le pied humain au pied du gibbon, on voit que chez ce dernier le gros orteil occupe un plan interne et inférieur au métatarse grâce à la position plus interne et plus inférieure du 1er cunéiforme, les deux cunéiformes externes sont rejetés en haut. Le cuboïde occupe également un plan inférieur : de là la forme de gouttière de la plante des pieds. Le métatarse a une direction oblique de dedans en dehors et de haut en bas ; de là l'opposition de cette partie métatarsienne avec le gros orteil. En outre, il y a une différence de forme et de direction du premier cunéiforme qui est frappante chez le gibbon et qui existe également chez le gorille comme le montre le dessin qu'en donne Huxley (*De la place de l'homme dans la nature*, Paris, 1868). Tandis que chez le fœtus humain et chez l'homme adulte, la face interne du premier cunéiforme est convexe, la face externe concave, la facette articulaire antérieure concave, chez le fœtus de gibbon sa face interne est concave et la tête articulaire antérieure ne se dirige pas directement en avant, mais est déjetée en dedans de façon à former un angle ouvert en dedans avec le corps du segment. Le pouce qui fait suite au premier cunéiforme s'éloigne de plus en plus de la direction du métatarse et comme il est situé sur un plan inférieur, il est facile de comprendre qu'il puisse *s'opposer* aux autres doigts du pied. Les mouvements sont d'autant plus libres et plus aisés que la facette antérieure du premier cunéiforme est convexe de dehors en dedans et concave d'avant en arrière. Le premier segment du pouce présente une configuration semblable, mais en sens opposé.

Cette conformation particulière du membre postérieur chez les singes, le transformant en un organe préhensible, est un caractère d'une haute importance et tout le groupe a été désigné pour cette raison sous le nom de *quadrumanes*. Cependant la structure est toujours celle d'un pied plutôt que d'une main, comme Huxley et C. Vogt l'ont indiqué les premiers. Déjà Aristote a signalé les particularités remarquables que présentent les singes sous ce rapport parmi les autres mammifères. Ce qu'il en dit (1) est empreint d'une telle justesse d'observation que nous tenons à reproduire textuellement le passage :

(1) *Histoire des animaux*, trad. de Barthélemy Saint-Hilaire, t. I, p. 136.

« Certains animaux ont une nature qui tient tout à la fois « de celle de l'homme et de celle des quadrupèdes ; ce sont les « singes, les cèbes et les baboins ou cynocéphales.

« Ainsi que l'homme, le singe a deux bras ; seulement ils « sont velus; il les fléchit ainsi que les jambes tout à fait à la « façon de l'homme, c'est-à-dire que les concavités formées par « les membres fléchis sont en sens opposé. De plus, il a des « mains, des doigts et des ongles pareils à ceux de l'homme, « si ce n'est que, dans le singe, toutes les parties ont quelque « chose de bien plus bestial. Les pieds du singe sont très parti- « culiers ; ce sont comme de larges mains ; les doigts du « pied comme ceux des mains ; mais le moyen doigt est « très long. Le dessous du pied ressemble à celui de la main, « si ce n'est que, dans sa largeur, le dessous de leur main « vers leur extrémité est une plante de pied. A son bout, cette « partie est plus dure et elle imite assez mal et très imparfaite- « ment un talon. Le singe se sert de ses pieds de deux façons « et comme mains et comme pieds ; et il les fléchit comme des « mains. Comme les quadrupèdes, il a les parties supérieures du « corps beaucoup plus grandes que les parties d'en bas, dans « le rapport de cinq à trois. A cette première cause, il faut « ajouter que ses pieds ressemblent à des mains et qu'ils sont « comme un composé de main et de pied : de pied, parce qu'ils « ont l'extrémité d'un talon ; de main, pour toutes les autres « parties, parce que les doigts ont ce qu'on peut appeler une « paume. De tout cela, il résulte que le singe se tient bien plus « souvent à quatre pattes que tout droit. »

B. *Tarse des carnassiers (chien et chat).* — Les pièces du tarse chez les carnassiers sont en même nombre que chez l'homme et le singe ; nous ajouterons seulement que le péroné est uni solidement au tibia et arrive à s'articuler en bas avec la facette latérale externe de l'astragale et une portion de la face externe du calcanéum. Le tarse offre les conditions générales de développement du tarse humain.

Nous examinerons plus tard le nombre des doigts qui font suite au tarse.

C. *Tarse des rongeurs.* — Chez le lapin, le tibia et le péroné se développent comme deux pièces distinctes ; mais déjà à la naissance elles sont accolées dans leur partie moyenne, quoique

possédant encore deux cavités médullaires séparées par une lame moyenne antéro-postérieure; à l'extrémité inférieure elles prennent une part égale à la formation de l'articulation péronéo-tibiale. Le tibia s'articule avec l'astragale creusée d'une surface concave transversalement convexe d'avant en arrière. La partie péronéale s'articule avec la facette externe de l'astragale et présente inférieurement une facette concave pour recevoir un condyle du calcanéum.

Chez le rat, le péroné se place en arrière du tibia, c'est un stylet soudé au tibia sans cavité médullaire dans la partie moyenne; il descend moins bas que chez le lapin, s'articule avec la facette externe de l'astragale et est uni par des ligaments seulement au calcanéum.

Chez le cochon d'Inde de deux mois, le péroné est distinct du tibia et pourvu d'une cavité médullaire. Il forme une malléole externe comme chez l'homme.

Le tarse des fœtus de lapins se compose de sept cartilages, comme dans les groupes précédents; le calcanéum s'est toujours présenté comme une pièce unique et le premier cunéiforme se termine en avant le long du premier métatarsien par une extrémité pointue, sans être suivi par une pièce quelconque représentant le pouce.

Le pied du rat est pourvu de cinq doigts et le squelette du tarse se compose de huit cartilages. Meckel (*loc. cit.*) et Owen (*Anatom. of. Vertebrates*, t. II, p. 379) indiquent que chez plusieurs rongeurs, il existe un osselet supplémentaire à côté de l'astragale. Chez le rat, le cartilage surnuméraire est situé en dedans de l'extrémité antérieure de l'astragale. Le premier cunéiforme, ainsi que les autres pièces ont les mêmes rapports que chez l'homme, les carnassiers et le lapin. Ajoutons encore que chez le rat, chez le fœtus de quatre centimètres déjà, le métatarsien externe se prolonge le long du bord externe du cuboïde jusqu'auprès du calcanéum.

Le squelette du tarse chez le fœtus de cochon d'Inde de 4^{cm} de long nous a présenté le même nombre de cartilages que celui du rat. Le cartilage surnuméraire s'étendait sur une longueur de 1^{mm} avec une largeur de $0^{mm},35$, en arrière du premier cunéiforme et en dedans du scaphoïde. Le premier cunéiforme avait ses connexions ordinaires ainsi que les autres pièces du tarse.

Le nombre des cartilages du tarse est d'autant plus remarquable chez le cochon d'Inde que cet animal ne possède à aucune période ni embryonnaire, ni fœtale, ni à l'état adulte, plus de trois doigts. L'interne s'articule avec le deuxième cunéiforme et la facette externe du premier cunéiforme ; le doigt du milieu avec le troisième cunéiforme et le doigt externe avec le cuboïde (fig. 11).

IX. — Tarse du porc, des ruminants et des solipèdes.

Le porc présente un tibia et un péroné complètement développés; mais ce dernier est uni à son extrémité inférieure au tibia, par un ligament très solide, d'où absence de mobilité.

Le tarse tend à prendre la forme d'une colonne à diamètre antéro-postérieur plus considérable que le diamètre transversal.

Le tarse du porc de 27cm de long, a un diamètre antéro-postérieur de 12mm (du dos à la plante).

Aux articulations tarso-métatarsiennes, diamètre transversal 10mm.

Du talon au métatarse 16mm.

Calcanéum long de 12mm, haut de 7mm en arrière et 4mm au milieu, large de 4mm.

L'astragale a la forme d'osselet, long de 12mm, large de 7mm, haut de 6mm.

Le *scaphoïde* s'articule en haut avec l'astragale, en dehors avec le cuboïde, et en bas avec les cunéiformes.

C'est surtout la rangée inférieure des cartilages tarsiens qui présente une forme spéciale. Les trois cunéiformes restent encore à l'état de pièces distinctes, comme chez les carnassiers et les rongeurs, mais leurs rapports deviennent particuliers. Ils se disposent sur deux plans comme la rangée inférieure du carpe. Le cuboïde, en dehors, prend une forme allongée d'avant en arrière et atteint 10mm; sa portion antérieure, large de 4mm, s'articule avec le métatarsien principal externe sur une étendue antéro-postérieure de 4mm ; sa position externe et postérieure est en rapport avec le métatarsien accessoire externe sur une étendue de 2mm.

En dedans, le plan antérieur d'un diamètre transversal de 4mm est occupé par le troisième cunéiforme, large de 4mm, qui répond au métatarsien principal interne. En arrière et en dedans se trouvent le prolongement postérieur du troisième cunéiforme avec les deux premiers cunéiformes. Ils s'articulent

avec le métatarsien accessoire interne et la partie postérieure du métatarsien principal interne.

Le métatarse rappelle en tous points par sa disposition le métacarpe. Il est donc inutile d'y insister.

Chez les ruminants, la jambe possède un tibia et un péroné complets chez l'embryon; plus tard, le péroné s'atrophie dans sa partie moyenne; il reste une partie supérieure plus considérable et une portion inférieure représentant la tête du péroné et complétant en dehors la poulie de l'astragale.

Le tarse des ruminants se distingue chez le fœtus par le développement considérable de l'astragale, qui est court et peu haut. Non seulement il s'unit en bas avec le scaphoïde, mais il envoie en dehors un fort prolongement (fig. 13), qui est en relation en arrière, avec le calcanéum par une gorge profonde, et en bas et en dehors avec le cuboïde. Celui-ci placé sur le même plan transversal que le scaphoïde, existe comme cartilage distinct, mais plus tard il se soude avec lui.

Tarse d'un veau de 7cm de long.

Diamètre longitudinal du 3e cunéiforme	0mm,4
— — du 2e —	0mm,4
— antéro-postérieur	1mm,0
— — du 2e cunéiforme	0mm,5
Diamètre longitudinal du scaphoïde (en avant)	0mm,4
— — (en arrière)	0mm,75
Diamètre antéro-postérieur du scaphoïde	1mm,50
Astragale long de	2mm,00
Astragale diamètre antéro-postérieur long de	1mm,00
Cuboïde. Diamètre longitudinal (en avant)	0mm,75
— (en arrière)	1mm,00
Calcanéum long de	2mm,50
Du bord postérieur du calcanéum au métatarse	3mm,50

Quant à la rangée inférieure et interne du tarse, je n'ai trouvé chez le veau de 7cm de long que deux cunéiformes, le troisième plus considérable sur un plan antérieur et le deuxième en arrière; ils répondent en haut au scaphoïde et en bas au métatarsien interne (fig. 14).

Chez le mouton, j'ai trouvé les mêmes dispositions générales; mais ainsi que Rosenberg (loc. citat.) l'a signalé, il existe trois cunéiformes.

Chez le fœtus de mouton de 52cm de long, le cuboïde et le

scaphoïde, chacun pourvu d'un point d'ossification distinct forment encore deux pièces séparées.

Chez le fœtus de cheval de 9^{cm}, j'ai trouvé le péroné affectant les mêmes relations avec le tibia que le cubitus au membre antérieur avec le radius. Le péroné se termine en bas par un stylet osseux très fin, arrondi, d'un diamètre de $0^{mm},25$, il est situé à une distance de 1^{mm} en arrière et en dehors du tibia, et en est complètement séparé à cette époque. Le tibia a un diamètre antéro-postérieur de 2^{mm} et transversal de $1^{mm},75$.

Le tibia s'articule avec la facette supérieure ou poulie de l'astragale. Celui-ci est tordu, comme Gaudry (1) l'a bien indiqué pour les imparidigités; il est déjeté du côté externe de la région, de sorte que cette partie déborde au delà de la région antérieure qui porte le naviculaire et le cuboïde. Il possède à sa face postérieure deux facettes pour le calcanéum, dont l'externe est supérieure et oblique de dehors en dedans et de haut en bas, et dont l'interne est plus ou moins horizontale (fig. 15 et 16).

Le cuboïde est en relation avec le scaphoïde et le troisième cunéiforme, et s'articule par son extrémité inférieure avec le métatarsien accessoire externe (fig. 16).

Dans la rangée inférieure, c'est la pièce médiane qui prend le développement le plus considérable. Le grand cunéiforme ou troisième, s'élargit considérablement dans sa portion antérieure, envoie un prolongement entre le cuboïde, en dehors et les deux autres cunéiformes, en dedans. Ces deux derniers apparaissent comme pièces distinctes, mais déjà sur le cheval de 9^{cm} (fig. 17) ils commencent à se fusionner. Le métatarsien interne s'articule avec les trois cunéiformes par trois facettes articulaires.

En somme, le poids du membre postérieur est transmis principalement à l'extrémité par l'astragale, le scaphoïde et le troisième cunéiforme. Le développement de ce dernier est en rapport, comme celui du cartilage du grand os au membre antérieur, avec les dimensions du doigt principal. Le diamètre transversal du tarse étant de $2^{cm},5$ chez le fœtus de cheval de 70^{cm}, le grand cunéiforme, qui occupe surtout le plan antérieur, mesure à lui seul dans ce sens 2^{cm}. L'extrémité articulaire du métatarsien principal a des dimensions correspondantes : son dia-

(1) *Gaudry. Enchaînements du monde animal. Mammif. Tertiaires*, 1878.

mètre latéral est de 21mm sur un diamètre antéro-postérieur de 18mm, tandis que les métatarsiens accessoires n'ont qu'un diamètre de 6mm.

X. — Du squelette cartilagineux des extrémités en général.

Comme nous venons de le voir, les ressemblances que présentent les segments des extrémités chez les animaux pentadactyles, au point de vue tant de l'aspect général que de la composition, sont manifestes. Gœthe, dès 1796 (*Gœthes Werke*, t. XIV, p. 205. Stuttgart, 1876), imagina, d'après les analogies, un modèle idéal ou type de squelette de vertébré. « Puisque la « force productrice crée et développe les organismes les plus « parfaits d'après un schéma général, ne pourrait-on pas ramener « les diverses formes à cet archétype (Urbild) qui servirait de « modèle à nos descriptions ? » Ce type, d'après Gœthe, est donc un produit de notre imagination ; il n'existe nulle part, c'est un type virtuel.

Ces spéculations d'anatomie philosophique sont certes fort ingénieuses ; mais elles rappellent par trop le procédé qu'avait imaginé Camper pour prouver les analogies des vertébrés supérieurs avec les inférieurs : il se plaisait, avec un morceau de craie, selon Gœthe (*loc. cit.*), à transformer, sur le tableau noir, le chien en un cheval, le cheval en un homme, le bœuf en un oiseau.

Le type virtuel de Gœthe a pris depuis, pour certains naturalistes, une forme qu'on a prétendu s'être réalisée dans les embryons des mammifères.

Von Baër soutenait (*Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere*) que tous les animaux vertébrés ont à l'origine une forme commune, et par conséquent un point de départ commun ; ce n'est que par la suite du développement que les différences se prononcent ; et il arrive à cette conclusion que les formes élevées ne ressemblent jamais aux adultes des formes inférieures, mais à leurs embryons.

Serres (*Précis d'anatomie transcendante appliquée à la physiologie*, 1842) développa l'idée que chaque espèce n'est qu'une phase du développement général du règne animal : « La série « animale, dit-il, n'est qu'une longue chaîne d'embryons, jalonnée d'espace en espace et arrivant enfin à l'homme. »

Le transformisme s'empara de cette doctrine en y appliquant les principes de l'hérédité et de la variabilité. L'hérédité reproduit chez un être organisé les caractères de l'ascendant à des stades correspondants. L'influence des milieux ambiants et la lutte pour l'existence, déterminent des variations de forme, telles que les descendants ne ressemblent jamais complètement aux parents.

Aussi C. Vogt écrit-il (*Les Mammifères*, 1884), sous l'influence tant de cette doctrine que de l'apparence des choses :

« Les membres naissants sur l'embryon ne diffèrent guère entre « eux. Le membre antérieur d'une chauve-souris, qui doit de« venir l'aile, est exactement semblable au membre postérieur, « qui formera une patte à cinq doigts, armés de griffes cour« bées. Le membre naissant d'un kangourou ne diffère en rien « de celui d'un singe ou d'un mouton. La forme initiale est « toujours la même : une palette arrondie, appliquée aux flancs, « dans laquelle se développent cinq rayons, les doigts futurs, « réunis jusqu'au bout par l'expansion membraneuse de la « palette. Un de ces rayons, celui qui correspond au pouce ou au « premier doigt, fait un angle divergent avec les quatre autres « doigts qui correspondent à l'axe du membre.

« La forme primitive du membre d'un mammifère est donc « toujours celle d'une rame natatoire, dont le pouce est un peu « distant, et dont les doigts sont réunis par une expansion « membraneuse. »

Nous examinerons plus loin les propositions de cet auteur. Mais, à supposer même cette similitude parfaite entre les divers embryons, constituerait-elle une preuve concluante, comme on tend à l'admettre aujourd'hui, que les mammifères descendent d'une espèce unique primitive? On a accumulé à cet effet un grand nombre d'arguments vraisemblables, tirés tant des études paléontologiques que des recherches embryogéniques. Mais la preuve expérimentale fait défaut jusqu'aujourd'hui. « Le nombre des probabilités acquises, dit M. Ch. Robin (Art. *Organe*, Dict. Encyclop., p. 525), est bien plus grand qu'il ne faudrait pour une démonstration scientifique, si parmi elles se trouvait un seul fait, un seul exemple vérifiable de transmutation de *specie in speciem*. Or, la science ne se constitue pas avec des probabilités seulement. Un seul fait prouvé pouvant aussi bien

les réduire à néant que les solidifier en un tout scientifique, elles restent sans valeur, autrement que comme artifice logique, soit poétique, soit dialectique. »

Que cette preuve se produise ou non, voyons si les faits démontrent l'existence de la même forme primitive dans le squelette terminal des membres chez les mammifères.

L'étude détaillée de l'apparition de la forme et de la position respective des pièces du squelette des extrémités, nous permet de déduire naturellement les conclusions suivantes, qui ne sont que les lois du développement, faciles à vérifier pour qui veut s'en donner la peine.

Sous le rapport morphologique et structural, les moignons primitifs ont la plus grande analogie chez tous les embryons de mammifères : ce sont des bourgeons mésodermiques, formés de tissu lamineux embryonnaire. L'apparition des segments cartilagineux s'y fait d'après la loi d'évolution du tissu cartilagineux. C'est donc là la forme primitive, la même partout, sauf le volume et la composition chimique des éléments du tissu embryonnaire. Mais là se bornent les ressemblances ; dès l'apparition des pièces carpiennes et tarsiennes, et de celle des rayons digitifères, les dissemblances se prononcent et ne font que s'accentuer au fur et à mesure du développement. La rame natatoire existe, mais les pièces qui composent la charpente sont autrement ordonnées, dès l'origine. Que ce soit l'effet de l'adaptation ou d'une cause quelconque, ignorée, le fait est là.

Les segments qui sont internes ou externes chez les pentadactyles par rapport à l'axe du membre, se disposent sur un plan postérieur chez le porc, les ruminants et les solipèdes. Les connexions sont en parties changées et le principe posé par Geoffroy Saint-Hilaire : *un organe est plutôt anéanti que transposé,* n'est que relativement vrai. Dès leur apparition, les nodules cartilagineux sont groupés dans un ordre déterminé, d'où résultent les dimensions et la forme spéciales variant d'un groupe à l'autre. L'une des conséquences les plus importantes de cette loi consiste dans l'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés, différant nécessairement selon les dispositions des parties. M. Ch. Robin a le premier appelé l'attention sur ces phénomènes (1). C'est ainsi qu'on se rend compte du

(1) Ch. Robin. *Recherches physiologiques sur l'appropriation des parties orga-*

fait que c'est l'organe qui fait la fonction et non pas la fonction qui fait l'organe, vu que la cause précède l'effet.

La seconde loi qui découle de l'étude du développement est la suivante : L'apparition d'un segment inférieur ou externe (distal) est subordonnée non seulement à l'existence du segment supérieur, interne (proximal), mais encore à son degré de développement. Chez les carnassiers et les rongeurs, particulièrement chez le cochon d'Inde, le peu de développement du trapèze, sa position postérieure, sont en relation intime avec la faiblesse du pouce ; chez les porcs, même avec son agénèse. Chez les ruminants et les solipèdes, le peu de développement du cubitus à son extrémité inférieure, sa position postérieure coïncident avec l'atrophie ou l'absence de plusieurs pièces carpiennes et l'agénèse constante du pouce.

La cause saisissable des arrêts de développement est donc l'atrophie relative des segments proximaux. Il en est de même de l'absence constante du *centrale-carpi* que ni Rosenberg, ni moi, nous n'avons jamais pu observer ni chez le porc, ni chez les ruminants, ni chez les solipèdes.

Nous voyons donc combien est grande l'influence des parties plus internes, leur position, leur degré de développement sur l'apparition ultérieure de pièces plus externes. M. Robin a insisté depuis longtemps (*loc. cit.*, art. *Organe,* p. 498) sur la part qui revient à chaque élément, à chaque organe, sur l'apparition et la succession des actes organiques qui surviendront plus tard.

« L'étude des phénomènes d'évolution nous montre que tout « élément anatomique, tout tissu, ou mieux tout organe premier « qui est né, devient par le fait de son apparition ou de son « arrivée à un certain degré de développement, la condition de « la genèse d'un élément anatomique, d'un tissu d'espèce semblable ou différente et par suite d'accroissement ou de la formation d'un organe premier nouveau, etc.; il devient même, « à certaines périodes, la condition du retard ou de l'arrêt « de *développement* ou même de l'atrophie de quelque autre « partie pendant qu'il continue à grandir plus ou moins (*balancement des organes*). Ce fait concourt d'une part à leur

niques à l'accomplissement d'actes déterminés. Journal de l'Anat. et de la Physiol., t. VII, 1870.

« donner l'accomodation qui convient à la fonction, et de l'autre « au maintien des formes entre certaines limites. . . . .

« Toute méthode rigoureuse exige que cette succession de « conditions soit logiquement étudiée depuis les premiers phé- « nomènes de la fécondation jusqu'à ceux qui ont lieu jusque « dans les derniers temps de la vie ; hors de là, il est absolu- « ment impossible de se rendre compte exactement des phéno- « mènes normaux et morbides, même de ceux qui nous appa- « raissent comme les plus simples. »

En même temps que ces faits d'évolution, qui dominent toute idée préconçue, toute spéculation théorique, il faudrait prendre en considération la composition chimique de la matière organisée, la forme et le volume différents des éléments d'un même système, le tout variable, selon le groupe examiné.

« Les ovules, dit M. Ch. Robin (Art. *Organe,* Dict. Encyclop., « p. 497) tout en conservant leurs ressemblances quant à leur « structure cellulaire fondamentale depuis les plantes jusqu'à « l'homme, diffèrent d'un âge et d'une espèce à l'autre dans ce « qui caractérise leur état d'organisation, au point de vue de « leurs principes immédiats constitutifs et du mode d'associa- « tion moléculaire de ceux-ci. Ils diffèrent en cela les uns des « autres au même titre que toute espèce d'élément quelconque « comparée à elle-même dans la hiérarchie des êtres. L'ovule « diffère autant de la chienne à la brebis, du mammifère à l'oi- « seau, etc., que dans sa constitution intime diffère la substance « des muscles, etc., de l'un à l'autre de ces animaux. »

Quand ces divers problèmes auront été résolus d'une manière satisfaisante, on se hâtera peut-être moins de produire des généralisations d'après des ressemblances extérieures plus ou moins apparentes. Qu'on veuille bien y réfléchir, en effet : pendant que les organes locomoteurs évoluent d'un côté et prennent la forme et la disposition que nous connaissons, il se dessine du côté du tube digestif, par exemple, dans les organes de la mastication, des différences qui impriment à tout l'être un cachet spécial. Les organes locomoteurs auraient beau être ramenés à un même type, les autres appareils affirmeraient un type différent.

C'est par l'étude du développement et de l'apparition des organes qu'on se rend compte de la façon dont ces derniers, de

plus en plus nombreux, de plus en plus compliqués, concourent à la division du travail physiologique (1). De la diversité de forme et de terminaison des extrémités résulte la différence des usages propres à chaque groupe (2).

Les résultats que nous a fourni l'examen d'un grand nombre d'embryons et de fœtus des divers mammifères concordent en tous points avec l'opinion que professe depuis longtemps l'éminent savant que nous venons de citer : « Chaque animal, dit-il, « (*Ibid.*, t. I, p. 32), porte en lui, dès son origine, le principe « de son individualité spécifique, et le développement de son « organisme, conformément au tracé général du plan de struc- « ture propre à son espèce est toujours pour lui une condition « de son existence. »

(1) Voyez M. H. Milne Edwards. *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, t. I, p. 20.

(2) Ici se présenterait l'étude des anomalies observées dans la terminaison des membres et en particulier l'augmentation de certaines parties des extrémités. Mais, outre que l'embryogénie de ces monstruosités n'est pas élucidée, les explications qu'on en donne varient selon la doctrine régnante. Les cas de doigt *surnuméraire* existant sur le côté du doigt unique des solipèdes sont généralement regardés comme des exemples d'atavisme, en comparaison de ce qui existe sur l'*hipparion*. Arloing en particulier (*Organisation du Pied du Cheval*, « Annales des Sc. nat. », 5ᵉ série, t. VIII), conclut de l'examen de plusieurs cas tératologiques à la duplicité du doigt médian chez les solipèdes. Le doigt principal résulterait de la soudure de deux doigts et la bifidité ne serait qu'un arrêt de développement.

J.-E. Boas vient de produire une explication toute différente de ces anomalies. Cet auteur (*Bemerkungen über die Polydactylie des Pferdes Morph. Jarbuch*, t. X, fasc. 1, 1884) publie plusieurs observations de doigt surnuméraire chez le cheval qu'il considère comme des exemples de pied double ou d'extrémité surajoutée. Il ajoute qu'on regarde également à tort le cinquième doigt qui se développe quelquefois chez le porc comme représentant le pouce des animaux pentadactyles; dans l'un et l'autre cas, c'est un pied surnuméraire incomplètement développé. Les observations de polydactylie chez les solipèdes rapportées par Arloing, par Webenkel, par Hensel, par Wood-Mason, par Ercolani, sont la plupart passibles de la même explication. En d'autres termes, le métacarpien ou métatarsien principal et les deux accessoires existent comme dans les conditions normales, et c'est en dedans du métacarpien ou métatarsien accessoire interne ou externe qu'on observe une ou plusieurs pièces osseuses qui ne sont que le vestige d'un pied surnuméraire incomplètement développé.

Ce seraient des monstruosités par excès qui nous semblent devoir être rapprochées des cas de polydactylie qu'on provoque sur les membres des batraciens urodèles et même anoures à la suite des mutilations expérimentales si souvent répétées chez ces animaux depuis Bonnet et Spallanzani (voir Dareste, *Production artificielle des monstruosités*, p. 213).

DEUXIÈME PARTIE. — I. SQUELETTE OSSEUX.

MODES D'OSSIFICATION.

Nous examinerons maintenant les phénomènes de développement qui président à la substitution du squelette osseux au squelette cartilagineux. A quelle époque les premières modifications apparaissent-elles? Sont-elles les mêmes chez les divers mammifères? L'évolution se fait-elle avec la même rapidité chez tous?

Nous verrons en outre qu'il y a production d'os dans certaines parties privées de tissu cartilagineux. La marche de l'ossification différant dans les deux cas, nous décrirons chacun en particulier.

A. *Ossification enchondrale.* — La production de la substance fondamentale des os et des ostéoplastes dans les segments cartilagineux préexistant aux os de même forme, ne se fait pas d'un coup. Il y a une série de phénomènes successifs marqués par des différences d'aspect de caractères chimiques, et de modifications cellulaires amenant peu à peu la substitution de l'os au tissu cartilagineux.

Nous n'allons pas donner une description détaillée de la marche de ces phénomènes, ni traiter un certain nombre de points controversés (1).

Nous n'indiquerons que les faits qu'il est indispensable de connaître pour déterminer la période dans laquelle se trouve tel segment cartilagineux, comparé aux segments voisins.

La série des modifications physiques et chimiques, ainsi que l'évolution des cellules qui aboutissent à l'ossification peuvent s'observer très facilement sur une même préparation. En effet, les mêmes segments cartilagineux sont atteints de haut en bas et dans un certain ordre, de façon qu'une coupe en long qui passe par les phalanges et le métacarpe comprendra les diverses phases de l'ossification. Examinons par exemple une pareille coupe pratiquée sur un métatarsien et l'un de ses doigts chez un embryon de cabiai de 4^{cm} de long.

(1) Pour les détails voyez Ch. Robin. *Sur les conditions de l'ostéogénie* avec ou sans cartilage préexistant (*J. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1864). Id. — *Article Os.* — *Dictionn. encyclop.*

Pouchet et Tourneux. *Histol. humaine*, p. 428.

Cadiat. *Anatomie générale*, t. I, p. 355.

Nous commencerons par l'examen de la deuxième phalange qui a une longueur de $0^{mm},75$. Elle est en entier cartilagineuse; mais tandis que ses extrémités sont simplement transparentes, comme le cartilage hyalin ordinaire, le milieu de la diaphyse présente une réfringence beaucoup plus considérable : c'est une tache laiteuse à la lumière réfléchie, mais claire, brillante, quand on l'examine à la lumière transmise. Observée à un grossissement plus fort, elle présente des chondroplastes d'un volume considérable, leur diamètre atteint de $0^{mm},020$ à $0^{mm},030$, tandis qu'aux extrémités de la phalange les cavités cartilagineuses n'ont qu'un diamètre de $0^{mm},004$, à $0^{mm},008$. Celles-ci ne contiennent le plus souvent qu'une seule cellule cartilagineuse; les chondroplastes du centre, au contraire, sont remplies d'une ou de plusieurs cellules en pleine voie de segmentation, fixant moins fortement les réactifs colorants que les premières. Dans le cartilage non modifié, les chondroplastes sont très régulièrement disposés les uns à côté des autres, et séparés par des intervalles réguliers de substance fondamentale, n'atteignant que $0^{mm},002$ à $0,^{mm}003$. Dans le point central, les cloisons de substance fondamentale se sont élargies surtout dans le sens longitudinal de la diaphyse, de façon à figurer des colonnes parallèles entre lesquelles les cellules cartilagineuses sont superposées, et séparées par des cloisons transversales beaucoup plus minces que les cloisons longitudinales. De là l'aspect des séries linéaires figurées par les chondroplastes dans les cartilages au début de l'ossification. Pour caractériser les modifications subies par le centre de la deuxième phalange, nous dirons qu'il est à l'état de prolifération, ou mieux à *l'état chondroïde,* expression employée par Broca (*Bulletin de la Société anatom.* Paris, 1852, p. 77). Certains auteurs se sont servis du terme de *cartilage sérié* (Ranvier, *Traité technique*, p. 436) qui est vrai pour les os longs, mais qui ne dépeint plus l'aspect qu'offrent les os courts du tarse et du carpe. Les segments carpiens d'un enfant de cinq ans, par exemple, présentent un point d'ossification central; la partie ostéoïde est entourée partout d'une zone de $0^{mm},300$ à $0^{mm}400$, à l'état chondroïde, dans laquelle on voit, au milieu de la substance fondamentale, des groupes arrondis de 1 à 3 et 4 chondroplastes. Chaque chondroplaste, atteint $0^{mm},040$ à $0^{mm},050$ et contient jusqu'à 5, 6 et 7 cellules cartilagineuses.

Si de la deuxième phalange, nous passons à la première du même fœtus, nous constatons que sa longueur est de $1^{mm},25$; le centre de sa diaphyse est occupé par un point foncé, n'atteignant pas toute l'épaisseur du segment et ayant un diamètre longitudinal de $0^{mm},40$. Il est formé par des traînées opaques circonscrivant des aréoles et contenant des chondroblastes anguleux et hérissés de pointes.

Cette apparence opaque provient du dépôt de sels calcaires, sous forme de granulations dans la substance fondamentale cartilagineuse et déterminant ainsi la disposition connue sous le nom de *cartilage de calcification* ou de *tissu ostéoïde* (Broca, *loc. cit.*), marquant le second stade de l'ossification enchondrale.

Aux limites du point ostéoïde, on remarque que les traînées opaques s'avancent plus ou moins dans les cloisons transparentes d'une couche chondroïde de $0^{mm},2$, à $0^{mm},5$, qui le sépare constamment du cartilage fœtal non modifié des extrémités du segment.

En passant ensuite à l'examen du métatarsien du même rayon digital, on voit que celui-ci a une longueur de $2^{mm},820$ et offre les divers états suivants : les extrémités sont à l'état de cartilage fœtal, la supérieure longue de $0^{mm},80$, et l'inférieure de $0^{mm},90$, la diaphyse intermédiaire est occupée par un point d'ossification à l'état ostéoïde d'une étendue de $0^{mm},880$, et séparée de chaque côté du cartilage fœtal des extrémités par une couche chondroïde de $0^{mm},120$.

La portion ostéoïde est limitée latéralement par une lame, qui vue dans la glycérine se présente comme un tissu transparent parsemé d'espaces foncés et radiés. C'est la *zone hyaline* de substance osseuse entourant d'un vrai manchon ou virole osseuse la portion ostéoïde et contenant les ostéoplastes radiés. En colorant au picro-carmin, la substance osseuse de la zone hyaline se colore en rouge intense et les cavités osseuses radiées montrent la forme anguleuse des cellules osseuses qui envoient des prolongements dans les canalicules radiés. Les deux faces interne et externe sont tapissées par une rangée de cellules polyédriques d'un diamètre de $0^{mm},015$ à $0^{mm},018$, contenant un noyau ovoïde atteignant jusqu'à $0^{mm},010$ et $0^{mm},012$.

Ces éléments, dits *ostéoblastes*, sont granuleux et fortement colorés en rouge par le picro-carmin. A partir de l'un des côtés

du métatarsien, vers le milieu de ce dernier, on voit, en outre, une tache teinte en rouge par le picro-carmin s'étaler au centre de la portion ostéoïde. En l'examinant à un plus fort grossissement, on remarque que c'est une anse vasculaire traversant le périoste, arrivant au centre de la portion ostéoïde et envoyant des prolongements vasculaires vers l'extrémité supérieure et inférieure du point ostéoïde. Partout où se trouvent les vaisseaux, ils sont accompagnés d'éléments particuliers, dits médullocelles colorés vivement en rouge par le picro-carmin. Les vaisseaux sont précédés de lamelles hyalines, teintes en rouge par le picro-carmin et partant de la virole osseuse périphérique, limitant ainsi des travées osseuses avec une rangée d'ostéoblastes sur leurs faces. Par l'envahissement progressif de ces derniers, les prolongements osseux s'étendent dans la portion ostéoïde et déterminent ainsi des cavités, contenant une anse vasculaire et des médullocelles, et tapissées d'ostéoblastes à la périphérie.

C'est ainsi que se fait, au centre, la production des lamelles osseuses avec ostéoblastes, aux dépens de la portion ostéoïde; mais au fur et à mesure de cet envahissement, les travées de cette dernière s'étendent sous forme de stalactites dans le cartilage chondroïde et celui-ci gagne de plus en plus le voisinage des extrémités articulaires.

On voit donc que bientôt la diaphyse tout entière sera constituée par des cavités ou alvéoles osseux. Plus tard les cloisons osseuses formant ces alvéoles s'agrandissent et disparaissent, étant remplacées par la mœlle osseuse *du canal médullaire*, tandis que l'os formant la diaphyse résultera de l'envahissement progressif des ostéoblastes, tapissant la surface externe de la virole osseuse (oss. dite sous-périostique).

Grâce à cette ossification progressive, les extrémités cartilagineuses se réduisent de plus en plus; les unes s'ossifient directement par l'extension du point d'ossification primitif, les autres ne s'ossifient que par la production d'un point d'ossification indépendant du primitif. Dans ce dernier cas, la diaphyse et l'épiphyse restent séparées par une couche plus ou moins épaisse de cartilage diaphysaire, dit le *cartilage synchondral* (1). Tel est l'état des divers segments squelettiques

(1) Voy. Ch. Robin. *Art. Os*, p. 30. *Dict. Enclop. des Sciences méd.*

(métatarse, première phalange, deuxième phalange) chez le fœtus de cochon d'Inde de 4ctm de long. On se convainc, par cet examen, que l'ossification procède de haut en bas, qu'elle est à un stade d'autant moins avancé qu'on s'éloigne davantage de la racine du membre.

Une étude analogue faite sur des fœtus de porc de 8cm de long, de lapin de 6cm de long, de mouton de 10cm, etc., donnera des résultats semblables. La marche de l'ossification est la même partout, sauf des différences de volume portant sur les chondroblastes et les ostéoblastes. Elle consiste essentiellement en une substitution de l'os aux cartilages de même forme.

Jusqu'ici nous n'avons pas parlé de la troisième phalange; l'ossification y procède-t-elle de la même façon que dans les segments que nous venons de décrire?

Cruveilhier, d'après Ch. Robin (*Art. Os. Dic. Encyclop.*, p. 41), a montré le premier que pour l'homme, le point d'ossification apparaît sur la phalange unguéale du gros orteil à l'extrémité même du cartilage et non au milieu de la phalangette.

Louge et Mer (Sur l'ossification de la phalange unguéale chez l'homme et le singe (*Mémoire Soc. Biologie*, 1875, *et Compt. rendus*, 1875), étudiant l'ossification de la phalangette chez l'homme et le singe, ont trouvé qu'autour de l'extrémité calcifiée de la phalangette, il se forme une lame de substance osseuse qui la coiffe en forme de dé à coudre ou de calotte s'étendant davantage du côté plantaire. Cette lame osseuse proviendrait de l'ossification directe du tissu lamineux embryonnaire, conclusion adoptée par Pouchet et Tourneux (*Histolog. humaine*, p. 446, 1878).

L'année suivante, E. A. Schäfer et Dixey (*Proceedings of the royal Society* of London, vol. XXX), puis Dixey, *ibidem*, 1880, n° 227, ont insisté de nouveau sur le même fait. D'après ces auteurs, l'ossification sous-périostique débute à la pointe de la troisième phalange, puis elle est suivie de la calcification du bout terminal de la phalangette cartilagineuse. La partie de la phalange qui supporte l'ongle est formée par l'ossification sous-périostique et ne provient pas de l'ossification enchondrale. Reprenant cette étude non seulement chez l'homme, mais chez les autres mammifères, voici ce que nous avons observé sur les divers embryons de solipèdes, de ruminants, de

rongeurs, de carnassiers que nous avons examinés à ce sujet.

L'état du squelette digital est le suivant sur un embryon d'âne de 8^{cm} de long. Le centre de la diaphyse de la première phalange est à l'état de cartilage chondroïde ; la deuxième phalange n'est formée que de cartilage fœtal dans toute sa longueur. Quant à la troisième phalange, qui a une longueur de 1^{mm},900, elle est formée dans sa portion interne par un cône cartilagineux triangulaire sur une coupe longitudinale et parallèle à la face antérieure et postérieure. Sa base est représentée par l'extrémité articulaire, et son sommet est terminé en pointe inférieurement. La phalangette est, en bas, à l'état ostéoïde dans une longueur de 0^{mm},600 tandis que le reste de la tige est cartilagineux.

La pointe est coiffée par une calotte osseuse épaisse, au milieu, de 0^{mm},060, dont se détachent en se recourbant en haut des prolongements osseux sous forme de lames. La lame dorsale s'étend en haut sur une longueur de 0^{mm},840 ; la lame plantaire arrive en haut à un niveau moins élevé, mais dépasse en avant la tige cartilagineuse de 0^{mm},200. La lame plantaire offre latéralement deux prolongements de 0^{mm},480 et se présente, sur une coupe transversale, sous forme d'une plaque très large, située en arrière de la tige cartilagineuse de la troisième phalange, qui est entourée sur les côtés et en avant par la lame dorsale sous forme d'anneau osseux (fig. 24, 31, 57).

Celui-ci est formé de substance osseuse se colorant en jaune orangé par le picro-carmin (au sortir du liquide de Müller) et contenant des cavités radiées ou ostéoplastes, dont chacun renferme un ostéoblaste teint en rouge. A la périphérie de cette calotte osseuse s'étend une zone de 0^{mm},020 d'épaisseur, transparente, colorée en rouge vif et la séparant de toutes parts du tissu lamineux embryonnaire. Dans cette zone marginale, on voit des ostéoblastes de 0^{mm},012, à 0^{mm},015, pourvus d'un noyau de 0^{mm},004, à 0^{mm},006. Ils sont situés et comme inclus dans des cavités formées par des trabécules ou prolongements de substance homogène colorés en rose par le picro-carmin. Ceux-ci partent de la substance osseuse constituant la calotte et s'irradient vers la périphérie. Ils forment, en s'anastomosant en arcades très élégantes avec les voisins, des mailles contenant chacune un ou un plus grand nombre d'ostéoblastes.

Au delà de cette zone, on passe directement à du tissu lamineux offrant des éléments embryo-plastiques ordinaires.

La zone marginale de la calotte osseuse est formée par une substance, appelée *préosseuse* (Ch. Robin et Hermann. *De l'ossific. des Cornes caduques et persistantes des ruminants*, Comptes rendus, 6 mars 1882, et *Journal de l'Anat. et de la Physiologie*, 1882), que ses caractères chimiques et physiques distinguent de la substance fondamentale du tissu lamineux. C'est de l'osséine formée avant le dépôt des granulations calcaires et circonscrivant les ostéoblastes. Plus tard les sels calcaires l'envahissent sous forme de traînées ou d'aiguilles. Ce que les auteurs avaient décrit sous le nom d'ossification directe aux dépens du tissu lamineux, n'est que l'ossification par substance préosseuse, différant de l'ossification enchondrale en ce que l'osséine apparaît avec ses propriétés, avant les sels calcaires. A l'extrémité des phalangettes, la substance préosseuse forme une couche épaisse de 0^{mm},020 environ, tandis que sur les bois ou cornes pleines des cervidés mâles et de la columelle ou axe osseux des cornes épidermiques des autres ruminants, elle prolonge, selon MM. Ch. Robin et Herrmann, l'os naissant sur une longueur et une épaisseur de 1 ou 2 centimètres ou plus chez les premiers; de 1 à 4^{mm} ou environ chez les seconds.

Telle est l'origine de l'os dans cette portion terminale de la troisième phalange ; il ne résulte nullement, comme on l'a cru, de l'ossification directe du tissu lamineux. C'est un cas particulier de la loi énoncée par MM. Ch. Robin et Herrmann (*loc. cit.*, p. 215), en ces termes : « Partout où l'os n'est pas précédé d'un « cartilage de même forme, il est précédé par la substance « préosseuse. » Les os du crâne du fœtus, du maxillaire supérieur, des cornes des cervidés sont des exemples analogues de ce mode d'ossification.

La tige cartilagineuse, formant primitivement toute la phalangette et dont la partie externe est déjà à l'état ostéoïde, s'ossifiera au contraire par ossification enchondrale, comme les autres phalanges. C'est là, la raison de la forme différente de la phalange unguéale examinée soit à l'état cartilagineux, soit à l'état osseux. Nous verrons plus tard comment de la tige cartilagineuse terminée en pointe, résulte la forme en fer à cheval de la phalangette chez les solipèdes.

Les faits que nous venons de décrire s'appliquent à tous les animaux que nous avons examinés ; chez l'homme et le singe, Louge et Mer (*loc. cit.*) l'ont découvert en premier lieu, mais en lui donnant, selon nous, une interprétation erronée. Nous les avons nous-même vérifiés chez les carnassiers (chien, chat), chez le lapin, le cochon d'Inde, le rat, ainsi que chez le porc, les ruminants et les solipèdes. Chez tous ces mammifères la phalangette osseuse résulte de la fusion de deux portions, l'une provenant de l'ossification enchondrale de la troisième phalange cartilagineuse, et l'autre, de la production de substance préosseuse à l'extrémité terminale de ce segment.

Un autre point à signaler, c'est que la calotte de substance préosseuse se produit avant l'ossification enchondrale de la troisième et de la deuxième phalange, tandis que, comme nous l'avons vu, l'apparition des phalanges cartilagineuses suit une marche inverse, la seconde se développant avant la troisième.

C'est de cette façon que se produit le point osseux au centre des pièces longues de la partie terminale des membres (antérieurs et postérieurs), dont l'extension donne lieu à la diaphyse, et suivant les cas, à une extrémité osseuse. On connaît ce point sous le nom de point d'ossification primitif, se faisant dans un cartilage non vasculaire.

Plus tard, une ou deux extrémités de ces segments cartilagineux, ainsi que les pièces carpiennes et tarsiennes s'ossifient également. Mais la marche en est différente à certains égards. Le cartilage commence par devenir vasculaire et c'est le long des vaisseaux sanguins qui le sillonnent que débutent les modifications physiques et chimiques annonçant la disparition du squelette primitif. On connaît ces points d'ossification sous le nom de *points complémentaires*. Ils apparaissent comme il suit : autour des vaisseaux ainsi produits, la substance fondamentale cartilagineuse prend une plus grande transparence, les chondroplastes s'agrandissent en tous sens, les cellules cartilagineuses se segmentent. Mais les cloisons de substance fondamentale qui limitent les chondroplastes, ont à peu près la même épaisseur partout et déterminent, en se rencontrant à angles plus ou moins aigus, des aréoles qui contiennent un plus ou moins grand nombre de cellules cartilagineuses en prolifération ; on voit donc que, bien que les cellules cartilagineuses ne

soient pas rangées en série, nous sommes au stade d'évolution que nous avons désigné sous le nom de *cartilage chondroïde.*

Les taches claires de l'état chondroïde apparaissent dans les épiphyses et dans les os courts, tous deux vasculaires au centre du cartilage. Elles se réunissent, se chargent de granules calcaires, par suite deviennent opaques, et passent ainsi à l'état *ostéoïde.* Mais tout au pourtour du point ostéoïde et à une certaine distance de ce dernier, on aperçoit un plus ou moins grand nombre de taches claires, à l'état chondroïde, qui annoncent que les modifications évolutives précédant l'ossification, s'étendent vers la périphérie.

Mais notons que ce n'est pas là un point d'ossification différent, mais simplement le début de l'envahissement du cartilage par l'ostéogénèse. C'est sans doute pour n'avoir point tenu compte de ces divers stades précédant l'ossification que Serres(1) Rambaud et Renaut (2) ont trouvé, à l'encontre de la plupart des auteurs et de ce que nous avons observé nous-même, plusieurs points d'ossification dans les épiphyses et dans les os courts, là où il n'en existe réellement qu'un seul.

Hâtons-nous cependant d'ajouter, que nous avons rencontré quelquefois et nous le signalerons à l'occasion, deux points d'ossification complémentaires bien nets dans certains segments, alors que les segments analogues n'en possédaient qu'un seul. Peut-être pourrons-nous donner plus loin la raison anatomique de ce fait.

II. — Points d'ossification primitifs des extrémités antérieures et postérieures.

Chez l'homme, le moment où apparaissent les points d'ossification primitifs des os longs de l'extrémité antérieure et inférieure, a été déterminé avec précision par les anatomistes. Nous empruntons l'époque de leur apparition à Sappey : le point d'ossification se produit, dans la partie moyenne du segment, pour les quatre métacarpiens externes, dans la première moitié du troisième mois. Pour le premier segment du pouce, le point primitif ne se montre que dans la deuxième moitié du troi-

(1) Serres. *Des lois de l'ostéogénie,* Comptes rendus 1819, et Observations sur le développement centripète de la colonne vertébrale, Comptes rendus, 1861.

(2) Rambaud et Renaut. *Sur l'origine et le développement des os,* Paris, 1864.

sième. Les phalanges sont pourvues également à cette dernière époque de leur point d'ossification primitif.

Dans le tableau ci-joint se trouve indiqué l'état du squelette cartilagineux de l'extrémité antérieure chez un fœtus humain; il permet de suivre la marche de l'ossification primitive.

Fœtus humain de $\frac{5^{cm},6}{6}$ de long.

Métacarpien long de	$2^{mm},0$
dont un point ostéoïde de $0^{mm},5$.	
1re phalange longue de	$1^{mm},3$
dont un point chondroïde de $0^{mm},25$.	
2e phalange longue de	$0^{mm},75$
à l'état de cartilage fœtal.	
3e phalange longue de	$0^{mm},75$
à l'état de cartilage fœtal.	

Pour l'extrémité postérieure, les doigts ont un développement un peu plus tardif que les segments correspondants de la main ; c'est au milieu du troisième mois de la vie intra-utérine que les quatre métatarsiens externes montrent leur point primitif.

Le premier segment du gros orteil et les phalanges sont également en retard sur les parties homologues de la main. Leur point d'ossification primitif naît seulement dans la première moitié du quatrième mois de la vie fœtale.

Le tableau ci-joint indique l'étendue des points d'ossification des métatarsiens et des phalanges chez le même fœtus humain de $\frac{5}{6}$ dont nous avons donné les points d'ossification primitifs à l'extrémité antérieure.

2e métatarsien long de	$3^{mm},5$
dont un point d'ossification de $0^{mm},65$ de long.	
1re phalange des orteils, dont un point ostéoïde de	$0^{mm},25$

Les autres phalanges sont à l'état cartilagineux.

Gros orteil :	
1er segment	$2^{mm},50$
dont un point d'ossification de $0^{mm},40$.	
2e segment (complément cartilagineux)	$1^{mm},00$
3e segment (—)	$1^{mm},10$

Chez les mammifères dont les quatre membres servent à la station et à la locomotion, nous avons toujours constaté que

l'ossification se fait simultanément aux membres antérieurs et aux membres postérieurs (comparer fig. 43, 53 et 54).

Chat de 6cm de long.

	Longueur.
Métacarpiens :	
Longueur du point d'ossification, état ostéoïde.........	0mm,7
Extrémité supérieure.........................	1mm,3
— inférieure.........................	1mm,5
1re phalange longue de..............................	1mm,35
dont un point central à l'état chondroïde de..........	0mm,30
2e phalange longue de..............................	1mm,10
dont un point central à l'état chondroïde de.........	0mm,25
3e phalange longue de..............................	1mm,10
avec une calotte osseuse de........................	0mm,35

Le pouce est constitué par trois segments :

1er segment, long de 1mm,50, possède un point chondroïde de 0mm,40 de long.

2e segment long de 0mm,75 cartilagineux.

3e segment long de 0mm,25 cartilagineux.

Fœtus de lapin de 6cm de long.

Métacarpiens :	
Point ostéoïde..................................	2mm,00
Extrémité supérieure...........................	1mm,50
— inférieure...........................	1mm,80
1re phalange :	
Point ostéoïde..................................	1mm,00
Extrémité supérieure...........................	0mm,80
— inférieure...........................	0mm,60
2e phalange :	
Point ostéoïde............................	0mm,50
Extrémité supérieure......................	0mm,50
— inférieure......................	0mm,50
3e phalange longue de.....................	1mm,70
dont l'extrémité antérieure osseuse sur une étendue de............................	1mm,20

Fœtus de rat long de 3cm,5.

4 métacarpiens externes longs de..................	2mm,25
possèdent un point ostéoïde de 0mm,5.	
1re phalange longue de............................	0mm,75
a un point chondroïde.	
2e phalange longue de.............................	0mm,40
toute cartilagineuse.	
3e phalange longue de.............................	0mm,50
présente à l'extrémité terminale une calotte de substance préosseuse, et le sommet de la tige cartilagineuse est à l'état ostéoïde.	

Fœtus de cabiai de 4cm *de long*. Patte postérieure.— Les trois métatarsiens sont longs de 2mm,82; le milieu de la diaphyse est occupé par un point ostéoïde de 1mm,520, entourée déjà d'une virole osseuse et contient une anse vasculaire.

L'extrémité cartilagineuse supérieure = 0mm,80.

L'extrémité cartilagineuse inférieure = 0mm,90.

La 1re phalange est longue de 1mm,25 avec un point ostéoïde de 0mm,40.

La 2e phalange est longue de 0mm,75 avec un point chondroïde.

La 3e phalange est longue de 1mm,20 avec une calotte de substance préosseuse entourant le point ostéoïde terminal de la tige cartilagineuse.

Fœtus de porc de 8cm *de long*. — 2 métacarpiens du milieu ont une longueur de 5mm,25,

dont 2mm pour le point ostéoïde entouré d'une virole osseuse.
— 1mm,5 pour l'extrémité supérieure cartilagineuse.
— 1mm,75 — — inférieure cartilagineuse.

1re phalage des mêmes, longue de 2mm,25,
dont 0mm,35 pour le point ostéoïde,
— 1mm, pour l'extrémité supérieure cartilagineuse,
— 0mm,90 — — inférieure cartilagineuse.

2e phalange longue de 1mm,75 pourvue d'un point chondroïde central.

3e phalange longue de 2mm, dont 1mm pour la calotte préosseuse limitant le point ostéoïde terminal de la tige cartilagineuse.

Les doigts latéraux, légèrement plus courts, ont leurs divers segments squelettiques dans un état de développement analogue.

Fœtus de mouton de 10cm *de long*. — Les deux ergots présentent un seul nodule cartilagineux. Les doigts médians ont les métacarpiens ossifiés dans le tiers de leur partie moyenne.

La 1re phalange, longue de 2mm,40 a un point ostéoïde de 0mm,2.

La 2e phalange, longue de 1mm,20, a un point chondroïde au centre.

La 3e phalange, longue de 1mm,75, possède une calotte préosseuse de 0mm,50 entourant le point ostéoïde de l'extrémité de la tige cartilagineuse.

Fœtus de veau de 9cm de long. — Métacarpiens principaux, longs de 9mm sont pourvus d'un point d'ossification long de 3mm.

1re phalange, longue de 3mm, a un point ostéoïde long de 1mm.

2e phalange, longue de 1mm,75 possède un point chondroïde central.

3e phalange, longue de 3mm, présente une calotte de substance préosseuse de 1mm,25, entourant le point ostéoïde de la phalangette cartilagineuse.

Les ergots sont munis de deux nodules cartilagineux non réunis encore par une surface articulaire.

Fœtus de cheval de 9cm de long. — Métacarpien médian, long de 8mm, dont le point osseux central de 3mm, l'extrémité supérieure cartilagineuse de 2mm,50 et l'extrémité inférieure cartilagineuse de 2mm,50.

1re phalange, longue de 2mm,25, avec un point chondroïde de 0mm,5.

2e phalange, longue de 1mm,25, à l'état de cartilage non modifié.

3e phalange, longue de 2mm,50, avec une calotte préosseuse de 1mm,25 entourant le point ostéoïde de la phalangette cartilagineuse.

Les métacarpiens latéraux ont également un point ostéoïde, dont l'extrémité inférieure n'arrive pas au niveau de ceux du métacarpien principal.

Fœtus d'âne de 8cm de long. — État de développement analogue pour le squelette de l'extrémité : le métacarpien principal est ossifié dans le tiers de sa longueur, la première phalange a un point chondroïde ; la deuxième phalange est complètement cartilagineuse et la troisième présente également la calotte de substance préosseuse.

En résumé, chez tous les animaux que nous venons de passer en revue, la marche de l'ossification du corps des métacarpiens et métatarsiens et des deux premières phalanges, se fait à partir de l'extrémité carpienne ou tarsienne vers le bout des doigts.

Pour la troisième phalange, nous connaissons le mode différent et la précocité d'ossification de son sommet, suivis plus tard de l'ossification du corps et de l'extrémité articulaire.

III. — Ossification du carpe : 1° chez l'homme et le singe ; 2° chez les autres mammifères.

Les cartilages du carpe s'ossifient tardivement comme les épiphyses, c'est-à-dire le cartilage commence par devenir vasculaire, et c'est à la suite de la pénétration des vaisseaux sanguins qu'il devient chondroïde, se calcifie (état ostéoïde) et ensuite s'ossifie. Ces divers phénomènes commencent par le centre, c'est-à-dire que l'ossification procède du centre à la périphérie à l'encontre de ce qui se passe dans les points d'ossification primitifs des diaphyses des os longs.

Nous insistons particulièrement sur la succession des phénomènes qui sont identiquement les mêmes au fond. Nous verrons en effet que les auteurs sont loin d'être d'accord sur le nombre des points d'ossification, et ces opinions partagées nous paraissent tenir à la confusion des divers stades dans l'ossification enchondrale. Nous avons souvent remarqué que le point ostéoïde ou même osseux occupant le centre du cartilage est entouré de plusieurs autres à l'état chondroïde. La raison en est, selon nous, dans la marche même de l'ossification, se faisant dans les cartilages vasculaires.

Elle ne procède pas, comme dans les cartilages non vasculaires, par l'extension graduelle du point chondroïde ; c'est à une certaine distance du point d'ossification, le long des vaisseaux sanguins que débutent les modifications physiques et chimiques aboutissant à l'état chondroïde. Mais remarquons que ces points chondroïdes se réunissent au point central, avant de passer à l'état ostéoïde. Nous pensons donc n'avoir affaire qu'à un seul point d'ossification, tant que nous ne serons pas en présence de deux nodules à l'état ostéoïde ou osseux, séparés par du cartilage non modifié.

Ces réserves faites, passons à l'étude de l'ossification du carpe chez l'homme.

Sur un enfant de cinq ans, voici l'état de développement des cartilages du carpe : le scaphoïde, le semi-lunaire, le trapèze, le trapézoïde et le pisiforme sont à l'état de cartilages vasculaires.

Le grand os long de 2^{cm} au bord externe, large de 1^{cm},2 est pourvu d'un point d'ossification long de 1^{cm},5 et large de 0^{cm},8.

L'unciforme long de 1^{cm},5 et large de 1^{cm} a un point d'ossification de 5^{mm} de large et de 7^{mm} de long.

Le pyramidal, qui a un diamètre de 1^{cm}, est muni d'un point d'ossification d'une dimension de 5^{mm}.

Nous voyons donc que l'ossification commence par les cartilages du bord cubital, par les pièces squelettiques formant la charpente la plus solide de la main.

Un second examen pratiqué sur un enfant de six ans et demi nous a donné les résultats suivants : le scaphoïde, dont la plus grande longueur est de 2^{cm} et la plus grande épaisseur de 1^{cm},2, a un point d'ossification de 0^{mm},5. Le trapèze, qui a 13^{mm} de long et 9^{mm} de large, a un point d'ossification à section ovalaire de 4^{mm} à 5^{mm}. Le trapézoïde, qui a une longueur de 6^{mm} et autant de largeur est pourvu d'un point d'ossification de 3^{mm}. Le semi-lunaire, dont la plus grande largeur est de 11^{mm} et la plus grande épaisseur de 15^{mm}, a un point d'ossification de 5^{mm}.

Le pisiforme est vasculaire, mais son point d'ossification n'a pas encore paru.

Les autres cartilages du carpe, dont nous avons mesuré les points d'ossification sur l'enfant de cinq ans, sont à peu près complètement ossifiés sur l'enfant de six ans et demi, sauf une bordure cartilagineuse périphérique atteignant 2^{mm} à 3^{mm}.

Aucun de ces cartilages ne nous a offert plus d'un point d'ossification, qui est toujours central. Nos observations concordent en tous points avec celles de *Béclard* (*Mémoire sur l'ostéose, etc. Paris,* 1813), de Cruveilhier (*Anat. descriptive*, 5e édit., 1871), de Sappey (loc. cit.), de Kölliker (loc. cit.). Si Serres (*Des lois de l'ostéogénie, Institut* 1829 *et de* 1838) admet trois points d'ossification pour le scaphoïde et deux pour le semi-lunaire, si Rambaud et Renaut (loc. cit.) en trouvent deux au scaphoïde et au semi-lunaire, il nous semble, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, que cela tient à la confusion des divers stades de l'ossification. C'est ainsi que nous nous expliquons que Rambaud et Renaut aient distingué les centres primitifs d'avec les points et les grains osseux accessoires, ceux-ci n'étant que le premier stade de l'ossification que nous avons désigné sous le nom d'état chondroïde.

En spécifiant les phases de l'ossification, on se rend compte des résultats contradictoires au premier abord, auxquels ces auteurs sont arrivés, tandis que, en réalité, leurs recherches ne font que confirmer les observations de la majorité des anatomistes.

Le carpe du jeune macaque que nous avons examiné à cet effet, nous a offert un point d'ossification unique dans chaque cartilage. Seulement l'ossification est beaucoup plus précoce que chez l'homme; du premier au deuxième mois, tous les cartilages étaient pourvus d'un centre d'ossification.

L'ossification a été le sujet de moins de recherches chez les autres mammifères que chez l'homme. Toussaint (loc. cit.) a examiné sous ce rapport un certain nombre d'animaux domestiques. Il a signalé l'époque variable de l'apparition des points d'ossification selon l'ordre auquels ils appartiennent.

Nous avons considéré à ce point de vue la plupart des mammifères qui nous occupent, et voici le résultat de nos observations.

Le chien et le chat à la naissance ne présentent aucun point d'ossification complémentaire dans les segments des extrémités. C'est vers la quatrième et la cinquième semaine qu'ils commencent à apparaître. Chez un chien d'un mois, le pisiforme est pourvu à sa base d'un point d'ossification complémentaire de 3^{mm} de diamètre, le sommet est complètement cartilagineux. Les autres pièces du carpe sont vasculaires et il n'y a que le scaphoïdo-semi-lunaire-central qui présente un point ostéoïde unique à cette époque. C'est seulement au second mois que toutes les pièces en sont pourvues. Nous allons décrire en détail l'état du carpe chez un jeune chien âgé de deux mois.

Le scaphoïdo-semi-lunaire-central a une largeur de $2^{cm},5$ et une hauteur (diamètre antéro-postérieur) de 12^{mm} pourvu de trois noyaux d'ossification : l'un externe large de 9^{mm} (répondant au pyramidal) et en rapport en haut avec la moitié externe du radius; l'autre interne, en rapport avec la facette articulaire interne du radius; ce noyau d'ossification est large de 11^{mm}; le troisième point d'ossification est antérieur, occupe la région qui s'articule avec le grand os et le trapézoide; ce point est haut de 4^{mm} (diamètre antéro-postérieur) et large de 9^{mm}. Ces trois points d'ossification sont séparés et réunis par une bande cartila-

gineuse figurant un trépied, large de 1^{mm} à 2^{mm} à cette époque.

Le pyramidal, le trapèze, le trapézoïde, le grand os, l'unciforme sont pourvus chacun d'un seul point d'ossification, malgré l'assertion de Chauveau qui prétend que le pyramidal sur un chien de trois mois n'est encore que vasculaire. Le pisiforme a la forme d'un corps cylindrique haut de 16^{mm} et large de 7^{mm} à 8^{mm}. Il représente une tige à base aplatie articulée avec le pyramidal et à sommet mousse. Le corps et la base sont pourvus d'un point d'ossification de 9^{mm} de haut et occupant toute l'épaisseur de l'os. Le sommet possède un second point d'ossification haut de 3^{mm} comprenant toute sa largeur : ces deux points d'ossification sont séparés l'un de l'autre par une plaque synchondrale de $1^{mm},5$ d'épaisseur.

Les points d'ossification du pisiforme n'apparaissent pas en même temps ; le premier, occupant la base, naît dès le premier mois et est précédé de cartilage vasculaire, celui du sommet se montre vers le second mois. On a, jusqu'aujourd'hui, assimilé le pisiforme tout entier à l'apophyse achilléenne du calcanéum; par ce qui précède, on voit, d'après le mode d'ossification, que le pisiforme est tout simplement l'homologue du calcanéum au tarse. Cette donnée est confirmée par la texture du pisiforme dont le corps à l'état adulte présente une virole de substance compacte de 2^{mm} d'épaisseur, entourant un canal central traversé par quelques lamelles osseuses et remplies de moelle rouge. En d'autres termes, le pisiforme, par son développement et sa texture, se rapproche d'un os long chez le chien.

En examinant le carpe d'un chat d'un mois, nous n'avons trouvé qu'un seul point d'ossification dans le scaphoïdo-semilunaire, et un autre dans l'unciforme et le cartilage du grand os. Le reste des pièces carpiennes n'était encore que vasculaire. Cependant Mivart (*The Cat*. London 1881) a décrit trois centres d'ossification pour le scaphoïde du chat. En effet, un chat de six semaines nous a présenté, dans le scaphoïdo-semilunaire, les trois points d'ossification affectant une disposition analogue à celle du même segment chez le chien.

Chez les rongeurs (lapin, rat), à la naissance, les cartilages du carpe sont vasculaires, mais aucun point d'ossification n'a paru. C'est de la naissance au second mois que ces cartilages s'ossifient. Sur un lapin de 18 jours, tous les cartilages du

carpe, sauf le trapézoïde et le pisiforme sont pourvus d'un point d'ossification central. Sur un autre de 33 jours, la plupart des cartilages sont complètement ossifiés. Le scaphoïde et le semi-lunaire sont indépendants mais unis solidement l'un à l'autre. Tandis que l'unciforme a 6^{mm} de large, le cartilage du grand os est très petit, ce qui semble expliquer l'opinion de Cuvier, qui a regardé l'os surnuméraire (os central) comme résultant du démembrement du grand os. Le central du carpe a un diamètre de 3^{mm}, répond en arrière au scaphoïde et au semi-lunaire, et en avant s'intercale entre le grand os et le trapézoïde. Le trapèze et le trapézoïde n'ont ensemble qu'une largeur de 7^{mm}. Le pisiforme est petit, ne possède qu'un seul point d'ossification et cependant aura à l'état adulte la texture d'un os long, formé de substance compacte et pourvu d'une cavité médullaire.

Le carpe d'un cochon d'Inde ayant 9^{cm} de long huit jours environ avant la naissance, a chacun de ses cartilages pourvu d'un point d'ossification qui a envahi presque toute la pièce squelettique — le scaphoïdo-semi-lunaire en a deux. — A a naissance, l'ossification est à peu près achevée.

Cette précocité de l'ossification chez le cochon d'Inde, qui appartient au même ordre que le lapin et le rat, est très remarquable et cet animal nous sert, pour ainsi dire, de trait d'union entre les rongeurs d'une part, et les porcins, les ruminants et les solipèdes, d'autre part.

Le fœtus de porc de 27^{cm} de long, près de la naissance, a tous les cartilages du carpe munis d'un point d'ossification central, sauf le trapèze, qui n'est qu'un nodule cartilagineux d'un diamètre de 1^{mm} et le pisiforme long de 4^{mm} et large de 2^{mm}. Ces deux cartilages sont cependant vasculaires.

Le mouton à la naissance présente un point d'ossification dans chaque cartilage de la rangée supérieure du carpe, le pisiforme y compris, qui est sans relation avec le carpe.

L'unciforme et le cartilage du grand os n'ont également qu'un seul point d'ossification. Le trapézoïde, long de 3^{mm} et large de 1^{mm} a un point d'ossification central de 1^{mm}.

Chez le fœtus de cheval à la naissance, tous les cartilages du carpe sont en pleine ossification et comme l'indiquent Chauveau et Arloing, chacun s'ossifie par un seul point, malgré le grand

volume de ces diverses pièces. Le cartilage du grand os, par exemple, atteint un diamètre transversal de $3^{cm},6$ et un diamètre antéro-postérieur de 3^{cm}.

IV. — Points d'ossification complémentaires des doigts.

Tel est l'état du squelette chez les divers fœtus de mammifères que nous avons eu l'occasion d'examiner, sous le rapport de l'ossification; comme nous n'avons pas eu à notre disposition une série de fœtus de plus en plus âgés pour chaque groupe, nous avons pensé suppléer en partie à l'insuffisance des moyens par une mesure exacte de la longueur du point d'ossification dans chaque segment, ainsi que par l'indication précise du stade de l'ossification. On pourra facilement en déduire l'époque approximative de l'apparition même des premières modifications annonçant la substitution de l'os au squelette primitif.

On voit, d'après les tableaux que nous avons donnés plus haut, que les os longs des extrémités (métacarpiens, métatarsiens et phalanges) se développent par un point d'ossification primitif dans un cartilage non vasculaire tant pour l'homme que pour les mammifères que nous avons observés. Pendant la vie fœtale, ces points primitifs en s'étendant, produisent la diaphyse des os précédents, et souvent une ou deux épiphyses. Mais le plus souvent ils ne suffisent pas à l'ossification de tout le segment et alors il apparaît plus tard un ou plusieurs points d'ossification complémentaires qui, comme nous l'avons indiqué p. 531, sont précédés partout de la vascularité de la portion du cartilage dans lequel ils se produisent.

L'étude des points d'ossification complémentaires pour les métatarsiens, les métacarpiens et les phalanges chez l'homme, a occupé un grand nombre d'observateurs et cependant il existe encore quelques points controversés. C'est ainsi que Sappey et la plupart des anatomistes n'ont trouvé qu'un seul point complémentaire produisant l'épiphyse inférieure des quatre métacarpiens et métatarsiens externes, le point primitif formant par son extension graduelle le corps de l'os et son extrémité supérieure. De même les phalanges, ainsi que les trois segments du pouce se développent par un point primitif qui produit le corps de l'os et l'extrémité infé-

rieure, et par un point complémentaire pour l'extrémité supérieure. Rambaud et Renaut (*Origine et développement des os*, 1864,) décrivent deux ou plusieurs points d'ossification complémentaires pour les épiphyses des phalanges, qui se réunissent plus tard. Schwegel avançait même (*Entwicklungsgesch, der Knochen des Stammes und der Extremität. Wiener Sitzunsbericht*, 1858, t. XXX, p. 337) que toutes les phalanges et tous les métacarpiens sont pourvus de points complémentaires aux deux extrémités.

Nous avons pratiqué plusieurs examens de squelette des extrémités d'enfant de cinq à six ans, et nos résultats sont parfaitement d'accord avec les données de Sappey qui a multiplié ses recherches de telle façon que ses observations méritent toute confiance.

Le point complémentaire des quatre métacarpiens externes se montre, d'après M. Sappey, de cinq à six ans et se soude chez la plupart des individus de seize à dix-huit ans.

Le point complémentaire des phalanges de la main naît de six à sept ans et se soude au corps de seize à dix-sept.

Quant à l'extrémité postérieure, le point complémentaire se montre, à quatre ans, pour les quatre métatarsiens externes et se soude de seize ans à dix-sept ans, et de trois ans et demi à quatre pour les phalanges desorteils pour se souder de quinze à dix-sept ans.

Telles sont l'époque de l'apparition, la soudure et l'endroit du développement des points complémentaires chez l'homme.

La marche de l'ossification chez les mammifères n'a pas été l'objet d'une étude aussi suivie que chez l'homme. Ni les points primitifs, ni les points complémentaires n'ont été déterminés avec la même précision ; on ne connaît même, pour la plupart des segments de l'extrémité, ni leur nombre ni l'époque de leur apparition, ni leur soudure.

On sait cependant depuis longtemps, que l'époque de l'apparition des points complémentaires varie notablement d'un animal à l'autre. Sanson (cité par Chauveau et Arloing, p. 21, *loc. cit.*), a cru voir une relation étroite entre l'évolution des os et celle des dents.

M. Toussaint, dont nous n'avons pu connaître les observations que par ce qu'en disent Chauveau et Arloing, a fait, pour nos

animaux domestiques, l'étude la plus complète de l'ossification, quoique à un autre point de vue que nous. Il envisage l'ensemble du squelette et il arrive à la conclusion que la soudure des épiphyses ne coïncide pas avec l'éruption dentaire.

Le jeune macaque nous a offert pour l'extrémité antérieure et postérieure la même disposition, ainsi qu'un développement analogue des points d'ossification complémentaires pour les quatre métacarpiens ou métatarsiens externes, de même que pour les phalanges de ces rayons digitifères. Insistons sur le point complémentaire de la phalangette, qui existe comme chez l'homme; chez le singe que nous avons examiné, nous n'en avons trouvé qu'un seul pour la troisième phalange des quatre derniers métacarpiens et métatarsiens : il avait un diamètre transversal de 1^{mm}, une hauteur de $0,^{mm}40$ et était séparé du corps de l'os par une plaque synchondrale de $0^{mm},180$.

Chien de 2 mois. — Le métacarpien de l'index est long de $4^{cm},2$, le point d'ossification complémentaire à l'extrémité inférieure est long de 5^{mm}; la plaque synchondrale a $0^{mm},8$.

1re phalange. — Longue de 17^{mm}. Le point d'ossification à l'extrémité supérieure est long de 2^{mm}, séparé du corps par une plaque synchondrale de $0^{mm},5$.

2e phalange, longue de 10^{mm}, le point d'ossification complémentaire à l'extrémité supérieure de $1^{mm},5$ de haut, séparé du corps par une plaque synchrondrale de $1^{mm},4$ d'épaisseur.

3e phalange, longue de 14^{mm} à la face postérieure, de 11^{mm} à la face antérieure. Elle n'est pourvue que du point d'ossification primitif, qui s'est étendu sur l'extrémité supérieure de telle sorte que le cartilage articulaire n'a plus qu'une épaisseur de 1^{mm} au milieu; de 2^{mm} à la pointe postérieure.

Le chat âgé d'un mois n'a pas encore les points d'ossification secondaires des métacarpiens et des métatarsiens ni des phalanges.

Sur un chat de deux mois, ils sont bien développés. Les métatarsiens sont longs de $3^{cm},3$, les points d'ossification complémentaires occupant l'extrémité inférieure ont une hauteur de $3^{mm},5$ avec une plaque synchondrale de $0^{mm},5$ d'épaisseur.

La 1re phalange est longue de 11^{mm}. Le point d'ossification secondaire à l'extrémité supérieure est haut de $0^{mm},6$ et com-

prend toute l'épaisseur du segment; la plaque synchondrale est de $0^{mm},25$ de haut.

2ᵉ phalange, longue de 9^{mm}, le point d'ossification secondaire à l'extrémité supérieure est haut de $0^{mm},5$.

3ᵉ phalange, longue de 7^{mm}; il n'y a qu'un seul point d'ossification, qui est le primitif. Le cartilage articulaire n'a plus qu'une épaisseur de $0^{mm},30$.

Le lapin de 18 jours a le métacarpe, le métatarse et les phalanges dans l'état d'ossification suivant :

Le 2ᵉ métatarsien, par exemple, a une longueur de 18^{mm}; un seul point d'ossification complémentaire long de 2^{mm} occupant l'extrémité inférieure et séparé du corps de l'os par une plaque synchondrale de 1^{mm} de haut.

La 1ʳᵉ phalange, longue de 8^{mm}, possède à son extrémité supérieure un point d'ossification complémentaire de 1^{mm} séparée par une plaque synchondrale de $0^{mm},5$ du corps de l'os.

La 2ᵉ phalange longue de 5^{mm} a également son extrémité supérieure occupée par un point complémentaire de $0^{mm},5$ avec une plaque synchondrale de $0^{mm},5$.

La 3ᵉ, longue de 7^{mm}, n'a que le point d'ossification primitif arrivant jusqu'à $0^{mm},5$ près de la cavité articulaire.

Chez le cochon d'Inde de 9^{mm} de long, 8 jours avant la naissance, le métacarpe et les phalanges sont pourvus de leurs points d'ossification secondaires.

Métacarpien, 7^{mm} de long, 5^{mm} pour le corps et l'extrémité supérieure;

2^{mm} pour l'extrémité inférieure pourvue d'un point d'ossification secondaire de 1^{mm}.

1ʳᵉ phalange, longue de $4^{mm},5$, dont 1^{mm} pour l'épiphyse supérieure pourvue d'un point d'ossification de $0^{mm},50$, ostéoïde.

2ᵉ phalange, longue de 2^{mm}; point ostéoïde de l'extrémité supérieure ovalaire haut de $0^{mm},30$ et plaque synchondrale de $0^{mm},20$.

3ᵉ phalange, longue de 4^{mm} complètement ossifiée par l'extension du point d'ossification primitif, sauf le cartilage articulaire épais, au milieu de $0^{mm},10$, et, sur le prolongement antérieur et postérieur, de $0^{mm},25$.

Chez le fœtus de porc de 27^{cm} de long, les os longs des extrémités antérieures et postérieures sont pourvus de leurs

points d'ossification complémentaires, en même nombre et dans les mêmes rapports que chez les animaux que nous venons de passer en revue.

Les deux métacarpiens médians, ainsi que les phalanges qui les suivent étant plus volumineux que les latéraux, possèdent des points d'ossification plus étendus.

Les premières phalanges, par exemple, ont les points d'ossification complémentaires à l'état ostéoïde, d'un diamètre transversal de $1^{mm},75$ et d'une hauteur de $0^{mm},50$ pour les doigts médians, de $0^{mm},50$ de large et de $0^{mm},10$ de haut pour les doigts latéraux. Les deuxièmes phalanges n'ont à l'extrémité supérieure que des points chondroïdes séparés du corps de l'os par une épaisseur de $0^{mm},30$ à $0^{mm},4$ de cartilage non modifié.

La 3ᵉ phalange ne possède que le point d'ossification primitif.

Chez le mouton à la naissance, long de 52^{cm}, la patte postérieure a une longueur de 14^{cm} à partir de l'articulation tarso-métatarsienne.

L'os canon résultant de la fusion des deux métacarpiens médians, a une longueur de 9^{cm} ossifié sur toute sa longueur. Le cartilage articulaire supérieur a une épaisseur de 3^{mm}; l'extrémité supérieure s'est formée par l'extension du point d'ossification primitif.

L'épiphyse inférieure s'est formée par un point d'ossification complémentaire, elle est longue de $1^{cm},5$ et large de $1^{cm},2$, séparée encore par un cartilage synchondral de $1^{mm},5$ d'épaisseur, le cartilage articulaire inférieur a une largeur de 2^{mm}. Le cartilage synchondral ne figure pas une plaque droite, mais il est sinueux et sa face inférieure a une double convexité en avant et en arrière, et, sur la ligne médiane présente une concavité regardant en bas. La surface supérieure a une configuration inverse.

La première phalange a une longueur de 21^{mm}; son extrémité supérieure présente un point d'ossification secondaire large de 12^{mm} et long de 3^{mm}. Il présente la même figure sinueuse d'avant en arrière, la concavité du milieu de la surface supérieure et la convexité opposée descendant plus bas qu'à la périphérie.

La 2ᵉ phalange a une longueur de 13^{mm}. Le point d'ossification complémentaire occupant l'extrémité supérieure a une épaisseur de 3^{mm} et une largeur de 9^{mm}, la plaque synchondrale a une

épaisseur de 1mm, avec la même forme excavée au centre, la convexité tournée en bas vers la diaphyse.

La 3e phalange a la figure d'un triangle à bord supérieur long de 15mm presque droit à bord inférieur long de 2cm; elle offre un prolongement en arrière du côté de l'os sésamoïde. Il n'y a pas de plaque synchondrale, ce qui indique que la phalange unguéale s'est ossifiée par le point d'ossification primitif. Le cartilage articulaire a une épaisseur de 1mm,5 en avant et au milieu, et sur le prolongement inférieur et postérieur de la face inférieure, l'épaissseur du cartilage est encore de 3mm, mais sans trace de point d'ossification secondaire.

Sur un veau d'un mois, les points d'ossification sont au même nombre que chez le mouton à la naissance. Les cartilages synchondraux se présentent encore sous forme de lignes transparentes entre les diaphyses et les épiphyses. La 3e phalange manque, comme sur le mouton, de point d'ossification complémentaire.

Poulain de trois semaines. — Pied postérieur.

Longueur du calcanéum au bout du pied	50cm,00
Métatarse	25cm,50
1re phalange	6cm,00
2e phalange	3cm,00
3e phalange	4cm,20
Du talon au métatarse	10cm,50
Point d'ossification complémentaire inférieur du métatarsien principal	2cm,70
Plaque synchondrale	0cm,20
Cartilage articulaire	0cm,30

La convexité de la plaque synchondrale est inférieure :

Cartilage articulaire supérieur (du métatarsien principal) épais de	0cm,60
contenant trois points d'ossification de 4mm d'épaisseur et d'une étendue antéro-postérieure de	4cm,5

1re phalange. — Point d'ossification complémentaire supérieur de 4mm de haut. — Point d'ossification inférieur de 5mm de haut, plaque synchondrale de 1mm.

2e phalange. — Point d'ossification complémentaire supérieur de 3mm d'épaisseur, plaque synchondrale de 1mm. — Point d'ossification complémentaire inférieur de 2mm, il reste un point de cartilage synchondral au milieu d'une étendue de quelques millimètres.

3e phalange. — Sur le côté, cartilage articulaire épais de 5mm, au milieu, de 2mm.

Le métatarsien semble posséder à son extrémité supérieure plusieurs points d'ossification complémentaires, cependant la plaque synchondrale épaisse de 2^{mm}, est traversée partout par les vaisseaux sanguins allant du corps au point d'ossification supérieur. Aux phalanges aussi, la plaque synchondrale de 1^{mm} d'épaisseur est traversée par les vaisseaux sanguins.

La 2e phalange du cheval à la naissance a une longueur de $2^{cm},5$, un diamètre antéro-postérieur de 2^{cm} et un diamètre latéral d'égale longueur; elle est pourvue de trois points d'ossification complémentaires le primitif occupant le corps a une longueur de 1^{cm}; le supérieur de 3^{mm}, l'inférieur de 2^{mm}, séparés du primitif par des plaques synchondrales de 1^{mm}, la supérieure occupant encore toute l'étendue antéro-postérieure, l'inférieure n'existant plus qu'au milieu de la phalange, le reste ayant été envahi par l'ossification.

La figure 55 représente le siège des points complémentaires tels qu'ils se produisent sur les métacarpiens, les métatarsiens et les trois phalanges chez tous les mammifères, sauf les solipèdes, la troisième phalange de l'homme et du singe exceptée, la phalangette des solipèdes y comprise.

V. — Ossification du tarse.

Chez l'homme, les cartilages du tarse offrent une évolution plus rapide que ceux du carpe. C'est à un an que se montre le point d'ossification du grand os; du douzième au quinzième mois, celui de l'os crochu; celui du pyramidal de deux ans et demi à trois ans; celui du semi-lunaire de quatre à cinq ans; celui du trapèze à cinq ans; celui du scaphoïde à cinq ans et demi; celui du trapézoïde à six ans; celui du pisiforme enfin, de huit à dix ans (Sappey). Pour le tarse, par contre, le calcanéum présente, vers le centre de son corps, un point d'ossification déjà au milieu du sixième mois de la vie intra-utérine (Cruveilhier, Sappey). Nous avons aperçu un point ostéoïde de 1^{cm} d'étendue au milieu du calcanéum d'un fœtus de $\frac{17}{25}$ de long. Outre ce point d'ossification primitif, le calcanéum, de huit à dix ans, est pourvu vers le milieu de son extrémité postérieure d'un point complémentaire. Cette épiphyse se soude vers seize ans. L'astragale possède également son point d'ossification du cinquième au sixième mois (suivant Cruveilhier, ou à la naissance seulement selon Sappey).

Celui du cuboïde se montre à six mois; celui du troisième cunéiforme à un an; celui du second à trois ans. Ceux du premier cunéiforme et du scaphoïde naissent de trois à quatre ans.

Comme résultat général, on voit donc que l'ossification des cartilages du tarse est près de sa fin, quand elle vient de débuter seulement sur certains cartilages du carpe.

Chez le fœtus de gibbon de six mois les pièces tarsiennes sont plus avancées que les cartilages carpiens qui ne sont que vasculaires; toutes sont pourvues d'un seul point d'ossification. C'est le deuxième cunéiforme qui possède le plus petit à l'état chondroïde seulement. En outre, le calcanéum long de 1^{cm} n'a qu'un seul point d'ossification dans sa partie moyenne; la portion achilléenne est cartilagineuse. Un singe macaque plus âgé (quelques mois après sa naissance), montre un point d'ossification secondaire dans la partie achilléenne avec une plaque synchondrale épaisse de $1^{mm},5$.

Chez le chien et le chat, l'ossification se fait également à la même époque, pas plus rapidement aux membres postérieurs qu'aux membres antérieurs; chez l'un et l'autre, de un à deux mois. Sur le chien et le chat d'un mois, il n'y a que le calcanéum et l'astragale qui soient pourvus de leur point d'ossification; le cuboïde, le naviculaire et le cunéiforme ne sont encore que vasculaires. Le calcanéum, à un mois, ne possède que le point d'ossification du corps chez le chat et le chien; à deux mois, chez les deux, il y a un point d'ossification secondaire avec une plaque synchondrale à la partie achilléenne.

Chez le lapin de cinq à six jours, l'ossification n'est pas plus avancée au tarse qu'au carpe.

Le lapin de 33 jours possède un point d'ossification secondaire d'une étendue de 2^{mm} à la partie achilléenne du calcanéum. Celui-ci, long de $1^{cm},5$, épais de 6^{mm}, est pourvu d'une cavité médullaire de 2^{mm} d'épaisseur remplie de moelle rouge et d'une longueur de 5^{mm}; l'épiphyse postérieure a 5^{mm} de long, et l'extrémité antérieure, 5 également. La virole osseuse entourant la cavité médullaire est formée de substance compacte.

Chez un lapin adulte, le calcanéum, long de $2^{cm},5$, a un canal médullaire long de 1^{cm}, rempli de moelle rouge et est limité à chaque extrémité par une épiphyse spongieuse. La saillie achilléenne dépasse en arrière le tibia de 1^{cm}. Le corps de l'os est

formé de substance osseuse compacte avec des canaux de Havers.

Chez le chien, le calcanéum commence à présenter une cavité médullaire, comme chez le lapin, avant son ossification complète. Sur le chien adulte, le calcanéum, long de 3^{cm} en moyenne, et épais de 1^{cm}, est pourvu d'une cavité médullaire longue de 1^{cm}, entourée de substance osseuse compacte et offrant un calibre de 3^{mm}.

En résumé, le calcanéum a chez le lapin et le chien le développement et la texture d'un os long.

Nous rapprochons ces faits du phénomène suivant, rapporté par Cruveilhier. En parlant de la texture des os tarsiens (*loc. cit.*), qui tous sont formés de tissu spongieux entouré d'une couche de tissu compacte, il ajoute en note :

« J'ai remarqué que, dans certains cas de tumeur blanche de « l'articulation tibio-tarsienne, le calcanéum présentait dans « son intérieur une cavité analogue à la cavité médullaire des « os longs. Cette disposition doit être considérée comme un « fait tout à fait anormal. *Cette cavité serait normale suivant « quelques auteurs et se formerait dans un âge avancé, comme « la cavité centrale du col du fémur.* »

Nous avons examiné à cet effet le calcanéum de plusieurs sujets humains de cinquante à soixante ans, mais nous avons trouvé cet os toujours formé de substance spongieuse. De nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider la question chez l'homme.

Chez le cochon d'Inde de 9^{cm} de long, huit jours environ avant la naissance, le tarse a toutes ses parties envahies par l'ossification, sauf un mince bord cartilagineux. Le calcanéum possède déjà son point épiphysaire d'une étendue de 1^{mm} avec cartilage synchondral de 1^{mm}.

Chez le cochon d'Inde à la naissance, les cartilages tarsiens sont ossifiés comme les cartilages carpiens au membre antérieur et le calcanéum est pourvu de son point d'ossification secondaire à la partie achilléenne, mais la plaque synchondrale a encore une épaisseur de $0^{mm},6$.

Le porc de 27^{cm} de long a les cartilages du tarse pourvus chacun d'un point d'ossification comme ceux du membre antérieur, mais l'extrémité achilléenne du calcanéum est complètement cartilagineuse sur une étendue de 4^{mm}.

Un fœtus de mouton de 38^{cm} de long, couvert de poils, a le calcanéum pourvu de ses deux points d'ossification, l'épiphysaire d'un diamètre de 2^{mm} avec une plaque synchondrale de $1^{mm},5$. L'astragale, le cuboïde et le naviculaire sont presque complètement ossifiés; ces deux derniers sont séparés par un pont de substance cartilagineuse de $1^{mm},5$ d'épaisseur. — Plus tard, le cuboïde et le naviculaire se fusionnent en une pièce unique. L'ossification a paru dans le grand cunéiforme long de 5^{mm}; je ne vois pas encore de point d'ossification dans l'autre cunéiforme. Un fœtus de veau de 40^{cm}, sans poils, a les cartilages du tarse vasculaires, sauf le calcanéum dont le corps est envahi par un point d'ossification de 1^{cm} de long et l'astragale qui a un point ostéoïde, au centre, de $0^{mm},5$.

Un chevreau de trois semaines présente les mêmes points d'ossification complémentaires que le bœuf et le mouton. A cet âge, il persiste une plaque synchondrale de 1^{mm} d'épaisseur entre les épiphyses et les diaphyses des divers segments.

Le carpe et le tarse sont ossifiés, sauf une mince bordure cartilagineuse de 1^{mm} sur chaque pièce osseuse.

Le calcanéum, long de 4^{cm} et épais de 1^{cm}, offre une particularité que nous avons signalée chez les carnassiers et les rongeurs : elle consiste en la présence d'une petite cavité médullaire longue de 1^{cm}, dont la surface interne est lisse et qui est remplie de moelle rouge.

Le fœtus de cheval à la naissance, a le tarse presque complètement ossifié. Toutes les pièces tarsiennes ne montrent qu'un seul point d'ossification, si ce n'est le calcanéum qui en possède deux dont le postérieur, occupant l'extrémité achilléenne, a une longueur de 2^{cm} et une hauteur de 5^{mm}. Tandis que les points d'ossification ont envahi presque en entier toutes les autres pièces tarsiennes, celui du petit cunéiforme n'occupe encore que sa moitié supérieure.

VI. — Pouce des membres antérieur et postérieur : 1° homme ; 2° singe ; 3° carnassier ; 4° rongeur.

Jusqu'ici nous n'avons considéré que les rayons digitifères pourvus de quatre segments, un métacarpien ou métatarsien, suivi de trois phalanges chez les mammifères tels que l'homme, le singe, les carnassiers, le lapin, le rat; dans ces animaux, ce

sont les quatre métacarpiens et les quatre métatarsiens externes. Chez le porc, il y en a quatre également, deux plus forts, les deux médians, et deux moins développés, les doigts latéraux et postérieurs. Chez les ruminants (bœuf, mouton) il en existe deux, quoique les métacarpiens et les métatarsiens se soudent plus tard en une pièce unique, l'*os canon*. Chez les solipèdes, on n'observe plus qu'un seul rayon digitifère complet.

Mais outre ces doigts, qui offrent tous une constitution identique, qui se développent segment par segment, d'une façon analogue, nous avons déjà vu qu'il existe chez ces divers ordres des doigts connus sous le nom de *pouce* et d'*ergot*. Nous allons maintenant examiner de quelle manière les points d'ossification complémentaires y apparaissent, leur nombre et leur disposition.

Chez l'homme, le pouce du membre antérieur, le gros orteil du membre postérieur, possèdent trois segments cartilagineux, dont nous connaissons le développement des points d'ossification primitifs. Quant aux points complémentaires, Meckel (*Traité d'Anatomie comparée, trad. fran.*, t. IV, p. 192) est le premier auteur, que nous sachions, ayant noté que le segment supérieur est pourvu d'un point d'ossification à sa base, comme les phalanges, et non à sa tête articulaire comme les métacarpiens. Tous les anatomistes qui l'ont suivi n'ont fait que confirmer ce résultat.

Ce point épiphysaire se montre, pour le pouce, à la fin de la septième année, et se soude de seize à dix-huit ans; et pour le gros orteil, à quatre ans, et se soude de seize à dix-sept ans.

Les deux autres segments, moyen et externe, s'ossifient à la même époque et d'une manière analogue à la phalangine et à la phalangette des autres doigts.

Chez le jeune macaque, les trois segments du pouce et du gros orteil ont un développement de tous points identique à celui de l'homme. En outre, nous avons observé au premier segment du gros orteil une particularité très intéressante : son extrémité supérieure haute de 1^{mm} au milieu, et de 2^{mm} sur les côtés, était pourvue de deux points d'ossification complémentaires, à l'état ostéoïde, l'un ayant un diamètre de $0^{mm},75$ et l'autre de $0^{mm},40$, séparés l'un de l'autre par un intervalle de 1^{mm} de cartilage vasculaire. Une plaque synchondrale épaisse de $0^{mm},5$ existait entre eux et le corps de l'os.

Le premier segment du pouce n'était muni que d'un seul

point d'ossification complémentaire, ainsi que les deux phalanges suivantes au membre antérieur et au membre postérieur.

Pour les carnassiers et les rongeurs, nous allons passer successivement en revue le membre antérieur, puis le membre postérieur, à cause du développement plus ou moins complet et différent du pouce dans l'un et dans l'autre.

Chez le chien de 2 mois, le pouce du membre antérieur est formé de trois segments : le supérieur, articulé avec le trapèze est long de 2^{cm} et est pourvu d'un point d'ossification pour le corps et l'extrémité inférieure, et d'un autre point pour l'extrémité supérieure ; ce dernier a 3^{mm} de haut et est séparé de l'autre par une plaque synchondrale de $0^{mm},5$ (voir fig. 21).

La deuxième phalange du pouce a une longueur de 9^{mm} sur sa face antérieure, et de 12^{mm} sur sa face postérieure, ce qui tient au prolongement de cette face sur le condyle de la première phalange. Mêmes points d'ossification que pour la première phalange : un pour le corps et l'extrémité inférieure, et un supérieur pour la base.

La troisième phalange est triangulaire à sommet antérieur, longue de 5^{mm} à la face antérieure, et de 6^{mm} à la face postérieure. Elle ne possède qu'un seul point d'ossification pour le corps et l'extrémité supérieure.

Chez le chat de 2 mois, le premier segment du pouce est long de 8^{mm} et offre deux points d'ossification analogues à ceux que nous avons constatés chez le chien. Les deux segments suivants s'ossifient comme chez ce dernier (fig. 21).

Chez le lapin de 18 jours les phénomènes sont tout autres. Tandis que l'index a une longueur de $2^{cm},6$, dont 11^{mm} pour le métacarpien, le pouce est long de 1^{cm}, son premier segment ne dépasse pas $2^{mm},5$ et est pourvu du *seul* point d'ossification primitif, qui s'étend en haut jusqu'à $0^{mm},25$ de la base, et jusqu'à $0^{mm},1$ du sommet de l'os. Nous avons vérifié sur le lapin âgé de trente-trois jours que jamais ce segment ne montre un point d'ossification complémentaire (fig. 20).

Le deuxième segment du pouce chez le lapin de 18 jours est long de 2^{mm} et possède à sa base un point d'ossification complémentaire haut de $0^{mm},6$ séparé par une plaque synchondrale du point d'ossification primitif.

Le troisième segment long de $5^{mm},5$ s'ossifie comme les pha-

langettes des autres doigts par l'extension du point d'ossification primitif.

Nous ignorons comment les choses se passent chez le rat pour l'ossification des segments du pouce, les sujets de l'âge voulu nous ayant manqué ; il est probable que les phénomènes sont analogues à ceux que nous venons de décrire chez le lapin. Le pouce chez l'adulte n'a en effet qu'une longueur de 4mm de long et possède trois segments osseux, tandis que l'indicateur a une longueur de 12mm dont 6 pour le métacarpien.

Les segments du pouce ont chacun une longueur :

Le premier, de 1mm.
Le second, de 2mm.
Le troisième, de 1mm.

Chien à la naissance. — Pouce postérieur.

3 segments :	
1er segment s'articule avec le premier cunéiforme :	
Extrémité articulaire supérieure longue de.........	3mm,00
Point d'ossification long de.........................	1mm,85
Extrémité articulaire inférieure longue de..........	1mm,10
2e segment :	
Extrémité articulaire supérieure longue de.........	0mm,75
Point d'ossification long de.........................	0mm,75
Extrémité articulaire inférieure longue de..........	0mm,5
3e phalange longue de..............................	3mm,00
Complétément ossifiée sauf l'extrémité articulaire sur une longueur de..............................	0mm,5

Sur un chien d'un mois provenant de la même portée que le précédent, *la patte postérieure* a un pouce formé de trois segments : le premier a une longueur de 2mm dont la portion interne, occupée par le point d'ossification, a 1mm d'étendue, la portion externe cartilagineuse articulée avec le deuxième segment long de 4mm dont le corps est osseux sur une étendue de 2mm; le troisième segment ou phalange unguéale est long de 6mm dont 5 pour la pointe et le corps à l'état osseux ; et et 1mm pour l'extrémité articulaire cartilagineuse. Le pouce n'est relié au tarse que par les tendons fléchisseurs et extenseurs du doigt entouré de tissu cellulaire. Cette distance est de 7mm. Le premier cunéiforme a une longueur de 4mm; même position que dans tous les tarses à la partie interne du deuxième cunéiforme et à la face interne du premier métatarsien. Donc, de la naissance

au premier mois, la diaphyse du premier s'est divisée en deux par résorption de la partie moyenne : la portion inférieure représente seule le premier segment du pouce, la portion supérieure, longue de 3^{mm} fait corps avec le premier cunéiforme et, là où il y avait articulation nette à la naissance avec le premier cunéiforme, il existe une ligne blanchâtre indiquant que l'articulation est en train de disparaître par soudure.

Quant aux chiens qui n'avaient extérieurement aucune trace de pouce à la patte postérieure, j'en ai disséqué à la naissance et à l'état adulte, et j'ai trouvé des cas différents : les deux cunéiformes externes avaient leurs rapports normaux avec le premier et le deuxième métatarsien; aussi bien chez les fœtus que chez l'adulte. Le premier cunéiforme, tantôt était petit, placé à la partie interne et postérieure du deuxième cunéiforme, et alors il n'était suivi d'aucune pièce osseuse, tantôt il avait sa place normale en dedans de l'extrémité articulaire supérieure du premier métatarsien ; dans ce cas il était suivi par une pièce osseuse, longue de 6^{mm} et large de 5^{mm}, et articulé avec le premier cunéiforme. Sur un chat adulte j'ai trouvé le même fait : le premier cunéiforme ayant sa place normale, long de 6^{mm} et large de 2^{mm}, situé en dedans du deuxième cunéiforme et de l'extrémité articulaire du premier métatarsien. L'extrémité inférieure du premier cunéiforme s'articulait avec un osselet long de 8^{mm}, large de 2^{mm}, terminé en pointe le long de la face interne du premier métatarsien.

Chez le chien, le pouce postérieur peut se développer complètement, c'est-à-dire présenter trois segments analogues à ceux du pouce antérieur, ou bien son premier segment s'atrophie par le milieu, l'extrémité supérieure se soude au premier cunéiforme, et son extrémité inférieure se fusionne avec le deuxième segment. Un troisième cas nous est offert par certains chiens, par les chats et par un tigre que j'ai eu l'occasion d'examiner ; il ne reste qu'un cartilage et plus tard un osselet long de 3^{mm} à 7^{mm}, qui est situé le long du bord interne du premier métatarsien et s'articule en haut avec le premier cunéiforme.

Le rat adulte possède, au membre postérieur, un pouce long de 8^{mm}, formé de trois segments, tandis que l'indicateur du même animal a une longueur de 22^{mm}. Nous n'auons pas pu observer son développement faute de matériaux.

Le cochon d'Inde n'a que trois doigts parfaits à la patte postérieure ; ni sur les embryons, ni sur les fœtus, ni sur l'adulte, nous n'avons jamais constaté l'existence, soit en dehors, soit en dedans du segment représentant le premier ou le cinquième doigt. Chez le lapin il y a quatre doigts parfaits chez l'adulte, le premier cunéiforme, qui existe chez le fœtus à l'état indépendant et qui s'ossifie par un point distinct, adhère dès cette époque d'une façon très intime à la face interne de l'extrémité supérieure du premier métatarsien et se fusionne complètement avec cet os. Nous n'avons jamais pu constater l'existence d'un segment quelconque du pouce, quoique Huxley (*Éléments d'anat. comp.*, p. 651, *trad. fran.*) semble regarder l'apophyse qui part de la base de notre premier métatarsien comme un rudiment de pouce chez cet animal.

Le porc ne présente, à l'état normal, que quatre doigts qui se développent comme des rayons digitifères complets ; chacun est composé d'un métacarpien ou d'un métatarsien, suivi de trois phalanges.

VII. — Doigts rudimentaires chez les porcins, les ruminants et les solipèdes.

Ici nous avons à examiner la destination des doigts latéraux des porcins, des ruminants et des solipèdes. Eu égard à leur faible développement ou à l'absence de plusieurs segments, on les désigne ordinairement sous le nom d'*organes rudimentaires* ou *atrophiés*.

Ce n'est pas ici le lieu de passer en revue toutes les explications qu'on a inventées pour justifier la présence des organes rudimentaires. L'existence de ces organes a été invoquée par Geoffroy Saint-Hilaire comme une démonstration de l'*unité de plan*. Aujourd'hui, on les considère comme un preuve des plus frappantes de la vérité de la doctrine généalogique. « Ce sont « des parties de l'organisme qui, organisées pour un but donné, « sont néanmoins sans fonction. » (Hæckel, *Histoire de la création naturelle*. Trad. française, p. 254.) Testut (*Les Anomalies musculaires et la théorie de l'évolution*. « Revue scientifique », 22 mars 1884) n'est pas moins affirmatif :

« La théorie de la descendance nous apprend que les organes

« rudimentaires sont des parties du corps qui, dans le cours « des siècles, sont graduellement devenues hors de service. Ces « organes avaient des fonctions déterminées chez nos ancêtres « animaux, mais chez nous ils sont absolument sans valeur « physiologique. De nouvelles adaptations les ont rendus inu- « tiles, mais ils n'en ont pas moins été transmis de génération « en génération et ont ainsi rétrogradé lentement. »

Nous avons déterminé les conditions d'apparition des organes rudimentaires; nous avons signalé les phénomènes d'arrêt de développement de certaines de leurs parties, l'atrophie consécutive de certains segments et la persistance de certaines pièces pendant toute la durée de l'existence. Les faits sont-ils d'accord avec la théorie précédente qui en fait des organes sans usage, n'existant qu'à titre de souvenir, de bagage inutile? Sans engager de polémique, bornons-nous à citer les auteurs suivants qui, à nos yeux, font preuve d'une observation profonde, nous donnant une idée plus juste de la réalité des choses que n'importe quelle considération théorique. J. Girard (*Traité du pied,* 1828, p. 351), après avoir décrit chez le porc les quatre doigts d'une longueur inégale et parfaitement semblables aux onglons des didactyles, ajoute :

« Les deux doigts du milieu servent constamment à l'appui; « les deux latéraux, dont l'un est externe et l'autre postérieur, « constituent deux appendices détachés, susceptibles de s'éloi- « gner des deux principaux onglons, et de donner par là même « plus de surface au pied du porc qui aime à vivre dans les « lieux boueux et humides. Tant que l'animal chemine sur des « terrains fermes et résistants, il prend son appui sur les deux « doigts du milieu; dès qu'il est dans les endroits mouvants, « peu consistants, les onglons latéraux lui deviennent d'un « grand secours : en s'écartant des antérieurs, ils donnent plus « d'assurance au pied, l'empêchent d'enfoncer plus facilement « et concourent à le débarrasser s'il se trouve embourbé. »

Quant aux ergots des ruminants, manquant de métacarpiens et de métatarsiens à l'état adulte, et réduits à deux petites phalanges sans relation avec l'os canon, ils pourraient sembler plus inutiles encore que les doigts latéraux des porcins. Tel n'est pas cependant notre avis. La conformation des extrémités est en rapport avec les mœurs et l'habitat de l'animal; c'est une vérité

qui paraît banale, mais qui n'en est pas moins importante, toute théorie à part.

Voici, d'après Neville Goodmann (*Note on a three-toed Cow, Journal of Anotomy and Physiology*, vol. II, 1867), les avantages de la forme du pied chez le bœuf et le mouton :

« Les ruminants, dit-il, sont les congénères du bison et du « buffle ; ils fréquentent les rives basses et boueuses des rivières « et des marais, foulant des pieds la terre molle. Par consé- « quent, leurs extrémités ne doivent pas être rembourrées et « arrondies comme celles du chameau. Les métatarsiens et les « métacarpiens, quoique forts et solides, doivent être aussi « comprimés que possible. Autrement, il leur serait difficile « de retirer leurs pieds de la boue. Ces derniers n'ont pas besoin « d'être d'une pièce comme ceux du cheval, mais fendus de « façon qu'en enfonçant dans la terre molle sous le poids de « l'animal, les onglons s'écartent pour former une base de « sustentation de plus en plus large, qui les empêche d'enfon- « cer davantage. »

Nous ajoutons que les ergots, quoique d'un volume bien moindre, quoique peu solidement attachés, concourent efficacement, à notre avis, à élargir de beaucoup la base de sustentation. Bien que d'un usage non habituel, ces organes rudimentaires deviennent d'une utilité incontestable dès que l'animal se meut sur un terrain humide et peu consistant.

D'ailleurs nous avons vu en Laponie, et chacun peut le constater sur les spécimens donnés par M. le Professeur Pouchet au Jardin des Plantes, à quel point les ergots sont utiles au renne. Ces organes, au squelette rudimentaire, chez lui comme chez le bœuf et le mouton, élargissent tellement sa base de sustentation, que l'animal peut s'aventurer en toute sécurité et se mouvoir avec la plus grande agilité sur les couches de neige les plus épaisses et les plus molles.

Chez les solipèdes, le métacarpe et le métatarse se composent, dans les conditions normales, d'une pièce principale et de deux segments rudimentaires. Nous savons que ces derniers arrivent jusqu'au quart inférieur de l'os canon. Nous savons en outre que leur extrémité articulaire supérieure est en relation constante avec le carpe et le tarse ; chez le fœtus de cheval de 70^{cm} de long, le diamètre de leur surface articulaire est pour chacun de

5 à 7mm ou 10 à 12mm pour les deux, tandis que le diamètre antéro-postérieur du métacarpien principal est de 15mm et son diamètre latéral de 2cc,7. Ils supportent ainsi le poids du corps dans une certaine mesure.

Quant au volume de leurs diaphyses, voici les résultats des mensurations pratiquées sur un fœtus d'âne de 8cm et sur un cheval adulte. Chez le premier, la diaphyse du métacarpien principal a un diamètre antéro-postérieur de 0mm,600 et un diamètre latéral de 1mm. Les rudimentaires sont de volume égal, ont une forme arrondie et un diamètre de 0mm,240. A cette époque, le volume de l'un des métacarpiens rudimentaires est à celui du métacarpien principal comme 1 est à 6.

Dans le jeune âge, ils sont unis au métacarpien principal par des ligaments interosseux très puissants, et pendant toute l'existence ils s'articulent avec lui, à leur extrémité supérieure, par une facette diarthrodiale. Plus tard, ils se fusionnent dans leur plus grande longueur avec le métacarpien principal; mais, néanmoins, leur volume n'est pas à négliger dans l'appréciation de la résistance de l'os canon.

Chez le cheval adulte, le diamètre du métacarpien principal étant représenté, vers le tiers moyen, par 1, celui de chacun des métacarpiens accessoires le serait par 0,3 et au tiers supérieur le même rapport serait comme 1 est à 0,4 ; ce qui donne, en additionnant les diamètres des deux métacarpiens accessoires :

Le métacarpien principal est aux accessoires :

Au 1/3 moyen comme...............	1 est à 0,6
Au 1/3 supérieur comme............	1 est à 0,8

Ces chiffres ont leur importance, à ne considérer que l'augmentation de masse de l'os canon ; mais il y a plus. Les métacarpiens et les métatarsiens rudimentaires constituent pour le métacarpien et le métatarsien principal une armature qui, au point de vue mécanique, en augmente notablement la résistance à la flexion latérale. Peut-être joueraient-ils également un certain rôle protecteur pour les vaisseaux du métacarpe et du métatarse dans leur trajet sur une région aussi exposée que l'est le canon.

Nous pensons donc que les organes rudimentaires précités ne

sont pas seulement là pour relier le monde organique présent au passé, pour nous servir de point de repère dans nos spéculations théoriques. Ils ont leurs attributs infiniment moindres, il est vrai, que les organes analogues dans d'autres groupes; et dans le cas de monstruosité que les lois d'évolution nous permettent d'expliquer aussi aisément que les considérations relatives à l'atavisme, il serait du plus haut intérêt de comparer, au point de vue de l'appropriation des parties, les individus porteurs de deux ou plusieurs doigts complets avec les mammifères tels qu'ils sont constitués actuellement.

VIII. — Marche de l'ossification dans les segments des extrémités.

§ 1er. — Lieu d'apparition des points d'ossification primitifs.

Nous avons vu que les pièces cartilagineuses des extrémités apparaissent avec une régularité parfaite de haut en bas de la base du membre vers le bout terminal. Nous avons constaté qu'il n'en est pas de même dans le développement des points d'ossification primitifs, dans le nombre et le siège des points complémentaires, etc. Cette succession de phénomènes évolutifs a-t-elle réellement lieu sans aucun ordre ou est-il possible, par une étude comprenant tous les stades de développement, de se rendre compte des conditions générales de l'ossification et des faits qui s'y rattachent intimement?

Tel est le problème que nous nous sommes posé et que nous tâcherons d'aborder dans les paragraphes qui suivront. N'ayant rien à ajouter aux détails donnés plus haut sur le début de la vascularisation et de l'ossification dans les pièces carpiennes et tarsiennes, nous nous contenterons d'indiquer que l'une et l'autre précèdent, en général, comme cela ressortira de ce que nous allons voir, la pénétration des vaisseaux dans les extrémités cartilagineuses des rayons digitaux faisant suite au carpe et au tarse.

A quel niveau du segment cartilagineux l'anse vasculaire primitive pénètre-t-elle? Ce point se trouve-t-il situé à la même distance des extrémités du segment cartilagineux, puis osseux: 1° à l'apparition du point primitif et des points complémentaires; 2° chez l'adulte.

Chez le fœtus humain de $\frac{7^{cm}}{10}$, l'orteil du milieu présente, sur le métatarsien, un point ostéoïde distant de $1^{mm},75$ de l'extrémité.

De même le métatarsien externe d'un fœtus de $\frac{9^{cm}}{12}$ offre un point osseux situé à une distance de 2^{mm} de l'extrémité postérieure et à une distance égale de l'extrémité antérieure.

Chez le fœtus de chien de 6^{cm} de long, le métacarpien du doigt externe nous montre un point ostéoïde éloigné de $1^{mm},5$ de l'extrémité carpienne et de $1^{mm},5$ également de l'extrémité phalangienne. Pour les autres doigts, cette distance est de 2^{mm}. Quant aux premières phalanges, longues de $1^{mm},50$, le point ostéoïde, haut de $0^{mm},15$, se trouve situé au milieu de la longueur du segment.

Chez le fœtus de rat de 4^{cm} de long, les métacarpiens longs de 2^{mm} possèdent à leur centre un point ostéoïde de $0^{mm},5$, et les premières phalanges, longues de 1^{mm} au même niveau, un point chondroïde de $0^{mm},15$.

Chez le fœtus de porc de 7^{cm}, les métacarpiens principaux ont déjà une extrémité cartilagineuse supérieure de $1^{mm},50$, et une inférieure de $1^{mm},75$. Il est vrai que le point osseux primitif atteint déjà 1^{mm}. Les métacarpiens latéraux ont de même une extrémité supérieure de $1^{mm},15$ et une inférieure de $1^{mm},25$.

Les premières phalanges ont un point ostéoïde éloigné des deux extrémités de $0^{mm},70$.

Chez le fœtus de porc de 8^{cm} de long, l'écart est encore plus prononcé : le point osseux est distant de $1^{mm},5$ de l'extrémité métacarpienne supérieure et de 2^{mm} de l'extrémité inférieure du métacarpe. Mais pour la première phalange, la distance du point ostéoïde, long de $0^{mm},25$, est de $0^{mm},74$ de chaque extrémité.

Sur le fœtus de veau de 7^{cm}, le métacarpe possède déjà un point osseux primitif de 3^{mm}, éloigné de l'extrémité supérieure de $1^{mm},6$ et de l'inférieure de 2^{mm}. Sur la patte postérieure, la longueur du point osseux étant de 4^{mm}, l'extrémité cartilagineuse supérieure atteint 2^{mm} et l'inférieure 3^{mm}.

Sur le fœtus de mouton de 10^{cm} de long, les premières phalanges possèdent un point ostéoïde central éloigné de 1^{mm} de chaque extrémité.

Chez le fœtus de cheval de 9^{cm} de long, le point osseux primitif du métatarsien principal est haut de 2^{mm}, distant de l'extrémité phalangienne de $2^{mm},70$, et, de $2^{mm},50$ de l'extrémité tarsienne. La première phalange possède un point chondroïde, au centre, à 1^{mm} de chaque extrémité.

Sur le fœtus de 13^{cm} de long, le métacarpien principal est pourvu d'un point osseux primitif haut de 6^{mm}, éloigné de l'extrémité phalangienne de 4^{mm} et de l'extrémité carpienne de 3^{mm}. La première phalange a un point osseux de 1^{mm} de long, distant de $1^{mm},25$ de l'extrémité distale et de $1^{mm},25$ de l'extrémité proximale.

Le fœtus de 24^{cm} offre, sur le métacarpien principal, un point osseux de 15^{mm}, une extrémité cartilagineuse supérieure de 4^{mm} et une inférieure de 6^{mm}. (Comparer fig. 43, 52, 53, 54.)

Les observations précédentes, prises sur des fœtus d'âge varié et d'espèces diverses, nous permettent d'en conclure les propositions suivantes :

1° Les segments cartilagineux des extrémités (métacarpe, métatarse, 1re et 2e phalanges) commencent à s'ossifier en un point central situé à égale distance des deux extrémités. Comme il est probable que la première anse vasculaire formera plus tard l'artère nourricière, le trou nourricier est, au début, également distant des deux extrémités.

2° Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de cette période initiale, l'ossification s'étend plus rapidement dans un sens que dans l'autre, ou bien l'allongement d'une des extrémités cartilagineuses est plus énergique que celui de l'autre extrémité. Peut-être les deux phénomènes se produisent-ils simultanément. C'est surtout l'extrémité pourvue plus tard d'un point complémentaire qui s'accroît davantage en longueur.

Comme nous le savons, c'est au niveau du point ostéoïde que la première anse capillaire pénétrera dans le segment; c'est donc là que débutera la production de la substance osseuse proprement dite. Nous pouvons donc conclure de la position des points chondroïdes et ostéoïdes, à l'endroit précis où le premier vaisseau entrera dans le segment. *Ce sera constamment au milieu de la longueur des métacarpiens, des métatarsiens et des deux premières phalanges.* Nous avons eu le rare bonheur d'examiner un fœtus de cabiai de 4^{cm} de long, sur lequel nous

avons pu assister à l'entrée du premier vaisseau dans un métatarsien : sur cette préparation, le vaisseau pénétrait perpendiculairement à l'axe du métatarsien et envoyait, obliquement, et de chaque côté, une branche longue de 0^{mm},25 vers les extrémités proximale et distale du segment. Le point osseux et ostéoïde avait une longueur de 0^{mm},80, occupait la partie moyenne du métatarsien et était suivi de part et d'autre d'une extrémité cartilagineuse variant de 1^{mm} à 1^{mm},5 suivant le métatarsien examiné. Mais signalons encore que les deux extrémités cartilagineuses avaient au début la même longueur dans le même segment.

Les premières phalanges ne possédaient encore qu'un point chondroïde au centre.

Tous les auteurs, et Krause en particulier (*Handbuch der Menschlichen Anatomie*, 2e volume, 1879, p. 14), supposent qu'au début l'artère nourricière pénètre perpendiculairement dans le segment osseux. Comme nous l'avons relaté plus haut, nous avons eu la chance d'obtenir des préparations chez le fœtus de cochon d'Inde de 4^{cm} de long, où l'artère se montre pénétrant nettement dans une direction perpendiculaire aux métatarsiens. Il est probable que le vaisseau nourricier de tous les segments osseux prend cette direction au début. Nous avons constaté en outre que les branches naissant de ce tronc ont à l'origine une longueur et une distribution semblables vers le haut et vers le bas du segment. Plus tard, le trou nourricier (*foramen nutritium*) et le vaisseau nourricier principal ont généralement une direction oblique par rapport à l'axe du segment et le canal qui le contiendra, visible même sur les pièces sèches, se dirigera, soit vers l'extrémité supérieure, soit vers l'extrémité inférieure de l'os. A l'extrémité profonde du canal, les deux branches qui résultent de la division de l'artère principale prennent une direction différente : l'une se réfléchit pour prendre une direction opposée à celle de l'autre division qui continue le trajet du tronc artériel principal. Ce sont les premiers vaisseaux se développant dans l'os long, bien avant les vaisseaux des extrémités et formant un système vasculaire indépendant avant la soudure des épiphyses (1).

(1) Voir Ch. Robin (*Art. Os. Dict.*, Encyclop., p. 153).

§ 2. — Accroissement du point d'ossification primitif et des extrémités cartilagineuses des segments.

Quels sont les phénomènes de développement qui accompagnent l'ossification du point primitif jusqu'à l'apparition des points complémentaires? L'artère nourricière pénétrant d'abord au milieu du segment, comment se fait-il que plus tard le trou nourricier se trouve situé plus haut ou plus bas? Quelle est la direction qu'affecte l'artère nourricière?

Chez un enfant de dix-huit mois, le métacarpien de l'annulaire présente un trou nourricier s'ouvrant perpendiculairement sur la face interne. Il est situé à 9^{mm} du niveau supérieur de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 4^{mm}, et à 5^{mm} du niveau inférieur de l'extrémité cartilagineuse carpienne, haute de 2^{mm}. La première phalange présente son trou nourricier dirigé en bas, sur le bord externe de la face palmaire. Le trou est distant de $4^{mm},5$, de l'extrémité cartilagineuse inférieure (1), haute de $1^{mm},5$ et non vasculaire encore ; il est éloigné de 7^{mm} du cartilage supérieur vasculaire, haut de $2^{mm},5$. La deuxième phalange a son trou nourricier situé sur la face palmaire sur laquelle il s'ouvre perpendiculairement. Il est distant de $3^{mm},5$ de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 1^{mm}, et de 5^{mm} du cartilage supérieur, haut de 2^{mm}.

Ajoutons cette particularité : la portion ossifiée du corps du segment se termine, pour les métacarpiens par une surface convexe à l'extrémité supérieure (proximale) ; pour les deux premières phalanges par une surface semblable à l'extrémité inférieure (distale), tandis que l'extrémité inférieure de la portion osseuse du métacarpien présente une surface plane, de même que l'extrémité supérieure de la diaphyse des trois phalanges.

Les rapports d'étendue des extrémités cartilagineuses continuent à être relativement les mêmes chez l'enfant de cinq ans et de 6 ans et demi, ainsi que la forme des extrémités osseuses.

Enfant de 5 ans.

Métacarpien (doigt du milieu).	Extrémité	supérieure...	$1^{mm},50$
—	—	inférieure...	$7^{mm},00$
1re phalange.	Extrémité	supérieure..................	$4^{mm},00$
—	—	inférieure..................	$1^{mm},00$
2e phalange.	—	supérieure..................	$2^{mm},00$
—	—	inférieure..................	$0^{mm},50$

(1) Quand je parle de l'extrémité cartilagineuse inférieure ou supérieure, j'entends indiquer la portion qui limite la partie ossifiée à chaque bout.

Enfant de 6 ans et demi.

Métacarpien (doigt du milieu). Extrémité supérieure...	2^{mm},00
— — inférieure (à partir du cartilage synchondral)..................	10^{mm},00
1re phalange. Extrémité supérieure..................	4^{mm},00
— — inférieure..................	1^{mm},00
2e phalange. — supérieure..................	3^{mm},00
— — inférieure..................	0^{mm},80

Les canaux nourriciers chez l'enfant de cinq ans et de six ans et demi, se dirigent en haut pour les métacarpiens et les métatarsiens, et en bas pour les deux premières phalanges. Chez le dernier en particulier, le trou nourricier du métacarpien (médius) se trouve distant de 1^{cm},50 de l'extrémité cartilagineuse supérieure et de 1^{cm},80 du cartilage synchondral. Pour la première phalange, le trou nourricier est éloigné de 1^{cm} du cartilage inférieur et de 1^{cm},7 du cartilage synchondral. Pour la deuxième phalange, il se trouve distant de 5^{mm} du cartilage inférieur et de 1^{cm} du cartilage synchondral.

Nous ajoutons que pour les divers métacarpiens et métatarsiens, ainsi que pour les phalanges, la situation des trous nourriciers est variable chez l'homme, et nous verrons qu'il en est de même chez divers mammifères : c'est ainsi qu'habituellement chez l'homme adulte, le trou nourricier du métacarpien de l'index est situé un peu au-dessus du tiers supérieur de la face palmaire ; celui du médius se trouve au tiers supérieur de la face interne ; celui de l'annulaire au milieu de la longueur du métacarpien, à l'angle de réunion de la face interne et de la face palmaire, enfin celui du petit doigt au dessous du milieu de la face interne.

Pour le premier segment du pouce, le trou nourricier est au milieu du segment sur la face palmaire; pour la première phalange de l'index, au tiers inférieur et sur le bord externe de la face palmaire; pour la première phalange du médius et de l'annulaire au tiers inférieur et sur le bord interne de la face palmaire; enfin pour celle du petit doigt, il est situé au même niveau et sur le bord externe.

Sur l'enfant de six ans et demi, le trou nourricier est situé sur la face palmaire du premier segment du pouce, à une distance de 1^{cm},50 de l'extrémité carpienne, ainsi que de l'extrémité phalangienne. Il se dirige vers cette dernière.

Sur le second segment du pouce, long de $2^{cm},2$, le trou nourricier a une direction perpendiculaire à la face palmaire sur laquelle il se trouve à 13^{mm} de l'extrémité proximale et à 9^{mm} de l'extrémité distale.

Sur le dernier segment, il existe un trou nourricier à la face palmaire à 3^{mm} en avant de la plaque synchondrale. Il se dirige vers l'extrémité unguéale. En outre on aperçoit à la loupe plusieurs trous vasculaires à la jonction du corps de l'os et de la boucle en fer à cheval.

Chez le fœtus de Gibbon de six mois, le trou nourricier des métacarpiens est situé à 2^{mm} de l'extrémité carpienne et à 11^{mm} de la plaque synchondrale inférieure. Le canal nourricier est perpendiculaire à la face palmaire, quoique légèrement oblique vers l'extrémité phalangienne. Pour la première et la deuxième phalange, le trou nourricier se dirige vers l'extrémité distale dont il est éloigné de 6^{mm} (première phalange) et de 4^{mm} (deuxième phalange); tandis qu'il est distant de 6^{mm} du cartilage synchondral de la première phalange et de 5^{mm} de celui de la deuxième phalange.

La hauteur de l'extrémité cartilagineuse supérieure vasculaire des métacarpiens est de 2^{mm} et celle de l'extrémité inférieure de $3^{mm},5$.

Les mêmes extrémités de la 1re phalange ont :	
La supérieure	$1^{mm},80$
L'inférieure	$1^{mm},00$
Celles de 2e la phalange ont :	
La supérieure	$1^{mm},50$
L'inférieure	$0^{mm},60$

Chez un chien âgé d'un mois, le métatarsien (troisième doigt externe), présente un trou nourricier sur sa face interne, à direction oblique en haut. Il est situé à 9^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 2^{mm} et à 8^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure, qui est distante de $4^{mm},5$ de l'extrémité articulaire phalangienne. Outre le trou nourricier principal, il existe à 2^{mm} plus haut, deux orifices vasculaires plus petits et à direction perpendiculaire à la face antérieure et à la face interne.

Le trou nourricier de la première phalange est situé sur sa face externe et se dirige en bas, il est distant de 3^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 1^{mm} ; et, de $3^{mm},5$ de l'extrémité cartilagineuse supérieure haute de 3^{mm}.

Chez un chien de deux mois, le canal nourricier s'ouvrant sur la face externe des métacarpiens (index et médius) se dirige obliquement en haut et le trou nourricier est éloigné de 2cm de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 3mm; et de 1cm,40 de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 5mm.

Sur les doigts plus externes, le trou nourricier se rapproche de l'extrémité carpienne ; c'est ainsi que sur le doigt le plus externe, où il y en a deux situés à peu près au même niveau, l'un sur la face interne et l'autre au bord antérieur, ils sont distants de l'extrémité phalangienne de 2cm, et du cartilage synchondral de 7mm, tandis qu'ils sont éloignés de l'extrémité carpienne de 1cm seulement et de son cartilage de 8mm.

Les premières phalanges des quatre doigts externes sont pourvues chacune d'un trou nourricier, situé également sur la face externe et à direction oblique en bas vers l'extrémité digitale. Il est distant de 5mm de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 3mm ; et de 6mm de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 6mm.

Les phalangines présentent deux trous nourriciers à direction perpendiculaire à la face interne, sur lesquels ils sont situés à 5mm de l'extrémité articulaire inférieure et à 8mm de l'extrémité articulaire supérieure. L'extrémité cartilagineuse supérieure est du double plus haute que l'inférieure.

Quant au pouce, la position et la direction des canaux nourriciers sont les mêmes que dans l'espèce humaine. Le premier segment du pouce, long de 1mm,8 est pourvu d'un trou nourricier à direction oblique vers l'extrémité digitale, il est situé à 7mm de l'extrémité articulaire inférieure et à 11mm de l'extrémité articulaire carpienne.

Les deux autres segments reproduisent la disposition décrite sur les phalangines et les phalangettes des quatre doigts externes.

Le membre postérieur affecte un arrangement semblable à celui de la patte antérieure, quant à la position et à la direction des canaux nourriciers.

Chez un lapin de trente-trois jours, le deuxième doigt du pied de la patte postérieure, long de 27mm, présente, sur sa face plantaire, un trou nourricier se dirigeant vers l'extrémité tarsienne. Il est éloigné de cette dernière de 7mm et du cartilage synchondral inférieur de 15mm.

La première phalange, longue de 12^{mm}, présente le trou nourricier sur la face interne et le canal qui lui fait suite se dirige vers l'extrémité distale. Il est distant de 4^{mm} de celle-ci, de 6^{mm} de l'extrémité métatarsienne et de 4^{mm} du cartilage synchondral.

La deuxième phalange, longue de 8^{mm}, offre le trou nourricier sur sa face antérieure, près de son bord interne. Il est éloigné de 3^{mm} de l'extrémité articulaire inférieure et de 5^{mm}, de l'extrémité articulaire supérieure; sa direction est perpendiculaire au segment osseux.

La phalange unguéale longue de 5^{mm} présente plusieurs orifices vasculaires, près de la pointe et de chaque côté de l'extrémité articulaire, un trou vasculaire; l'un sur la face interne et l'autre sur la face externe de la phalangette.

Chez le fœtus de porc de 27^{cm} de long, les métacarpiens principaux sont longs de 2^{cm}, le trou nourricier, situé sur la face postérieure, conduit dans un canal dirigé en haut; il est situé à 3^{mm},50 de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 2^{mm}; et à 8^{mm},50 du cartilage synchondral. L'extrémité cartilagineuse phalangienne du métacarpien est haute de 5^{mm} et contient un point complémentaire de 2^{mm}.

La première phalange, longue de 8^{mm}, présente son trou nourricier sur la face interne dans laquelle il s'ouvre perpendiculairement. Il est distant de 2^{mm},5 de la plaque synchondrale, à partir de laquelle l'extrémité supérieure a 2^{mm},5, et présente déjà son point complémentaire. La distance du trou nourricier à l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 1^{mm}, est de 2^{mm}.

La deuxième phalange, longue de 5^{mm},6, présente deux trous nourriciers s'ouvrant perpendiculairement sur la face interne. Ils se trouvent au même niveau, l'un devant l'autre, à 0^{mm},6 de la plaque synchondrale et à 2^{mm} du cartilage inférieur. L'extrémité cartilagineuse supérieure, avec son point complémentaire, est haute de 2^{mm} et l'extrémité inférieure de 1^{mm}.

Sur un veau de trois semaines, l'os canon est long de 16^{cm} et les deux métacarpiens qui le forment sont soudés, sauf l'extrémité supérieure et inférieure. A 8^{cm} de l'extrémité carpienne, chaque métacarpien présente, sur sa face postérieure, un trou nourricier de 0^{mm},6 en bec de flûte, se dirigeant vers le carpe et

situé près de la ligne de suture des deux os, chacun à une distance de 3^{mm} de cette dernière. Le trou nourricier est distant de 5^{cm} de la plaque synchondrale.

La première phalange présente sur sa face postérieure trois trous vasculaires dirigés en bas, distants de 17 ^{mm} de la plaque synchondrale à 3^{mm} du bord cartilagineux articulaire inférieur et à 12^{mm} de la partie inférieure osseuse de cette même extrémité.

La deuxième phalange a plusieurs trous vasculaires sur la face plantaire, ainsi que sur la face interne, les uns situés vers l'extrémité inférieure, les autres près de la plaque synchondrale.

Chez le fœtus de mouton de 24^{cm}, chaque métacarpien est pourvu sur la face postérieure d'un trou nourricier qui s'ouvre près de la ligne de suture dans le canal se dirigeant vers le carpe. Ils sont situés au même niveau, à une distance de $1^{cm},7$ de l'extrémité cartilagineuse supérieure haute de 3^{mm}; et à une distance de 13^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure haute de 5^{mm}. La première phalange présente, sur sa face postérieure, un trou nourricier s'ouvrant perpendiculairement dans le tissu osseux; il est éloigné de 4^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure haute de 3^{mm} et de 2^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure haute de 2^{mm}. Sur la deuxième phalange, le point osseux primitif occupe une longueur de 3^{mm}; l'extrémité cartilagineuse supérieure est haute de $1^{mm},5$ et l'inférieure de $0^{mm},8$.

Le métatarse du même fœtus présente ses deux canaux nourriciers dirigés en haut sur la *face antérieure* : les trous sont éloignés de 12^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 3^{mm}, et de 17^{mm} du cartilage inférieur haut de 6^{mm}.

De même un fœtus de mouton de 28^{cm} de long a ses trous nourriciers situés sur la face antérieure de chaque métatarsien ; mais à des niveaux inégaux. Le métatarsien externe le présente à une distance de 18 du niveau inférieur du cartilage supérieur haut de 3^{mm} et l'interne à une distance de 16^{mm} de la même extrémité haute de 3^{mm}. Par contre, le trou du métatarsien externe est distant de $2^{cm},10$ du niveau supérieur du cartilage inférieur, haut de 7^{mm}, et celui du métatarsien interne est à $2^{cm},30$ de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 7^{mm} également.

Un fœtus de mouton de 52^{cm} de long nous a offert des dispo-

sitions semblables, et, sur l'os canon postérieur, les deux trous nourriciers étaient également situés sur la face *antérieure* des métatarsiens, tandis que les phalanges les avaient sur la face postérieure comme chez le veau. Le membre postérieur de ce dernier présentait les trous nourriciers sur la face postérieure de l'os canon, comme nous l'avons vu pour l'extrémité antérieure.

Sur le métatarsien principal du fœtus de cheval de 24^{cm} de long, le trou nourricier s'ouvre, sur la face postérieure, à une distance de 5^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 5^{mm}. Celle-ci est vasculaire et ses vaisseaux communiquent déjà avec ceux de la diaphyse. Le trou nourricier est éloigné, d'autre part, de 13^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 6^{mm} et vasculaire dans sa moitié distale. La première phalange, longue de 7^{mm}, possède un point d'ossification primitif haut de 2^{mm},5 et situé à égale distance des deux extrémités.

Chez le fœtus de cheval de 38^{cm}, le trou nourricier s'ouvre perpendiculairement sur la face postérieure du métatarsien. Il est situé à 2^{cm},50 de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 9^{mm} et à 8^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 6^{mm}. La première phalange est longue de 8^{mm}; le point d'ossification primitif est de 4^{mm}. L'extrémité cartilagineuse supérieure est haute de 3^{mm}, l'inférieure de 4^{mm}.

Chez le fœtus de cheval de 70^{cm}, le métacarpien principal présente son trou nourricier dirigé en bas à une distance de 3^{cm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 1^{cm} et à une distance de 4^{cm},8 de l'extrémité cartilagineuse inférieure, haute de 2^{cm}. Les rapports sont les mêmes pour le métatarsien ; le trou nourricier est éloigné de 2^{cm},5 du niveau inférieur de l'extrémité cartilagineuse tarsienne, haute de 11^{mm}, et de 7^{cm} du niveau supérieur de l'extrémité inférieure, haute de 2^{cm}. La première phalange présente deux trous nourriciers à direction perpendiculaire : l'un, sur la face antérieure, distant de 4^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure haute de 1^{cm}, et de 9^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure haute de 7^{mm}; l'autre, situé sur la face postérieure, est éloigné de 10^{mm} de l'extrémité cartilagineuse supérieure et de 3^{mm} de l'extrémité cartilagineuse inférieure.

Le point d'ossification primitif n'a pas encore paru sur la deuxième phalange.

Les métatarsiens accessoires du même fœtus sont longs de 8^{cm} et présentent leurs trous nourriciers à la même hauteur que le métatarsien principal. L'artériole qui y pénètre m'a semblé se détacher du même tronc qui fournit l'artère nourricière à ce dernier. Le trou nourricier pénètre dans les métatarsiens accessoires sur le bord postérieur, à l'angle formé par la face externe et la face interne, et à l'encontre du canal nourricier du métatarsien principal, celui des deux accessoires se dirige en haut vers l'extrémité tarsienne. Les trous nourriciers sont éloignés de 3^{cm} du niveau inférieur de l'extrémité cartilagineuse supérieure, haute de 7^{mm} et de 4^{cm} de la pointe inférieure complètement ossifiée.

Chez un poulain de trois semaines, le métatarsien est long de $25^{cm},50$ et possède un trou nourricier d'un diamètre de 4^{mm}, situé sur la face postérieure à une distance de $8^{cm},50$ de l'extrémité tarsienne, et de $7^{cm},50$ du cartilage synchondral supérieur; de 17^{cm} de l'extrémité phalangienne, et de 14^{cm} du cartilage synchondral inférieur.

La direction du canal nourricier est particulière chez les solipèdes, tandis que chez tous les autres mammifères en général, sauf le singe, *il est tourné vers l'extrémité tarsienne ou carpienne*, chez les solipèdes, *il se dirige vers l'extrémité phalangienne de l'os canon*. Ajoutons que le trou nourricier est unique chez les solipèdes, et non double comme chez les ruminants où l'os canon résulte de la soudure de deux métacarpiens ou métatarsiens.

La première phalange est longue de 6^{cm}; son trou nourricier, d'un diamètre de 2^{mm}, s'ouvre perpendiculairement sur la face postérieure et se dirige ainsi vers le canal médullaire. Il est éloigné de 4^{cm} de l'extrémité métacarpienne et de 3^{cm} du cartilage synchondral supérieur; de 2^{cm} de l'extrémité articulaire inférieure et de $1^{cm},5$ du cartilage synchondral inférieur.

La deuxième phalange, de forme cuboïde (le diamètre longitudinal étant de $4^{cm},5$ sur la face postérieure, de 3^{cm} sur la face antérieure, le diamètre latéral étant de 4^{cm} et l'antéro-postérieur de 2^{cm}), offre trois trous nourriciers : deux sont situés au milieu de la face latérale externe et ont un diamètre de $0^{mm},8$ à 1^{mm}, le troisième se trouve au milieu de la face latérale interne et a un diamètre de $0^{mm},5$.

Chez le Dauw, près de la naissance, le métatarsien principal, long de 9^{cm}, est pourvu d'un trou nourricier unique, d'un diamètre de 1^{mm}, et le canal qui lui fait suite se dirige vers l'extrémité phalangienne. Il est situé à $2^{cm},60$ de l'extrémité carpienne, haute de 6^{mm}, sur la face postérieure du métatarsien. Il est distant de $5^{cm},50$ de l'extrémité inférieure haute de $1^{cm},12$. Le trou nourricier unique de la première phalange est situé sur le bord interne de la face antérieure, à 1^{cm} de l'extrémité articulaire inférieure et à 1^{cm} de l'extrémité métatarsienne. Sa direction, ainsi que celle du canal nourricier, est perpendiculaire à la face antérieure.

La deuxième phalange (diamètre longitudinal, 1^{cm} ; diamètre latéral, $1^{cm},50$; diamètre antéro-postérieur, 8^{mm}) a un point d'ossification primitif de 4^{mm} de haut, de 6^{mm} de diamètre dans le sens antéro-postérieur. Le point d'ossification a commencé au milieu de la face postérieure où pénètre une artériole de $0^{mm},5$, et le tissu osseux est séparé de la face antérieure par une lame cartilagineuse de 1^{mm} d'épaisseur.

Pour résumer les points principaux qui ressortent de cette étude des faits, nous voyons :

1° Que le canal nourricier se dirige chez la plupart des mammifères vers l'extrémité carpienne et tarsienne (homme, carnassiers, rongeurs, porc, ruminants) ; vers l'extrémité distale, par contre, chez les solipèdes et probablement chez le singe. Comme nous n'avons eu à notre disposition qu'un fœtus et un singe très jeunes, où le trou nourricier était très petit, nous avons dû introduire une soie dans le canal nourricier, et c'est ainsi que nous avons constaté que cette dernière se dirigeait vers l'extrémité distale. Peut-être ce moyen de contrôle n'est-il pas suffisant.

2° Que le canal nourricier se dirige vers l'extrémité distale pour les deux premières phalanges, et que chez quelques espèces, il est perpendiculaire à l'axe de ces segments.

La connaissance de ces faits nous mène à l'examen des théories qu'on a émises sur la direction des canaux nourriciers et sur l'influence que cette direction exercerait sur l'apparition des points complémentaires.

§ 3. — Le développement explique-t-il la direction du canal nourricier?

Humphry (*Medico-chirurgical transactions*; London, 1861, vol. XLIV) et Ollier (*Société de Biologie de Paris*, 2e série, 1872) ont prouvé par l'expérimentation que l'humérus, le péroné et le tibia s'allongent surtout par leurs extrémités supérieures, tandis que le fémur, le cubitus et le radius s'accroissent plus rapidement à leurs extrémités inférieures.

Krause (*loc. cit.*, p. 15), se fondant sur ces faits, a émis la théorie suivante pour expliquer la direction différente que prend l'artère nourricière selon le segment osseux que l'on examine. Il admet théoriquement une direction perpendiculaire de l'anse vasculaire par rapport au segment osseux; nous avons pu constater la vérité de cette supposition. « Si les os grandissent « trop lentement, dit-il, les vaisseaux nourriciers se dirigent « vers l'extrémité proximale ou interne; s'ils s'accroissent « surtout vers l'extérieur (extrémité distale), les vaisseaux « nourriciers se dirigent en dehors (côté distal). Ceci expli- « querait l'allongement moindre de l'extrémité proximale des « métacarpiens et des métatarsiens. Sur les phalanges, ce serait « le contraire. . . . .

« Le fait général consisterait en ce que les troncs fournissant « les artères nourricières seraient fixés définitivement dans les « tissus mous environnants. Pendant que les tissus muscu- « laires, les tendons, la peau et la plupart des segments osseux « s'accroissent vers l'extérieur (du côté distal), les vaisseaux « sont entraînés dans le même sens; mais quand un segment « osseux reste en retard dans sa croissance, les vaisseaux qui « sont fixés dans les tissus mous ne laissent pas que de devenir « récurrents, c'est-à-dire se dirigent vers l'extrémité proxi- « male. »

Nous avons vu que chez le fœtus de porc de 7cm et de 8cm, chez celui de veau de 7cm de long, cette théorie expliquerait la direction du canal nourricier vers l'extrémité proximale, puisque l'allongement du métatarsien ou du métacarpien est plus marqué en haut qu'en bas. Chez le fœtus de cheval de 9cm et 13cm, nous avons vu également l'extrémité distale de ces segments plus prononcée que leur extrémité proximale, et cependant *le*

canal nourricier se dirige constamment vers l'extrémité distale, Mais ces derniers faits n'étant pas en nombre suffisant et ne se rapportant qu'à des sujets très jeunes, nous allons résumer les observations que nous avons données plus haut en détail et qui ont trait à toute la durée du développement jusqu'à l'ossification.

Pour plus de clarté, nous mettons, sous forme de fractions, les distances du trou nourricier aux extrémités articulaires; le numérateur représentera la distance du trou nourricier à l'extrémité articulaire supérieure, et le dénominateur l'autre bout :

Enfant de 18 mois.

Métacarpien. $\frac{7^{mm}}{13}$ | 1re phalange. $\frac{9^{mm},5}{6}$ | 2e phalange. $\frac{7^{mm}}{4,5}$

Enfant de 6 ans et demi.

Métarcapien. $\frac{17^{mm}}{28}$ | 1re phalange. $\frac{21^{mm}}{11}$ | 2e phalange. $\frac{13^{mm}}{5,80}$

Fœtus de Gibbon.

Métacarpien. $\frac{4^{mm}}{14,5}$ | 1re phalange. $\frac{7^{mm},8}{7}$ | 2e phalange. $\frac{6^{mm},5}{4,6}$

Chien âgé d'un mois.

Métatarsien....... $\frac{11^{mm}}{12,5}$ | 1re phalange....... $\frac{6^{mm},5}{4}$

Fœtus de porc de 27cm.

Métacarpien. $\frac{5^{mm},5}{13,5}$ | 1re phalange. $\frac{5^{mm}}{3}$ | 2e phalange. $\frac{2^{mm},6}{3}$

Fœtus de mouton de 24cm.

Métacarpien....... $\frac{20^{mm}}{18}$ | 1re phalange...... $\frac{7^{mm}}{4}$

Métatarsien du même........................ $\frac{15^{mm}}{23}$

Fœtus de cheval.

Fœtus de 24cm. Métatarsien.................. $\frac{10^{mm}}{19}$

— 38cm. Métatarsien.................. $\frac{14^{mm}}{34}$

— 70cm. Métacarpien.................. $\frac{40^{mm}}{68}$

Dauw près de la naissance.

Métatarsien.............................. $\frac{32^{mm}}{67}$

L'inspection de ce tableau nous montre que la théorie de

Krause s'applique aux métacarpiens et aux métatarsiens, ainsi qu'aux deux premières phalanges chez l'enfant, le chien, le porc. Mais tandis qu'elle est également vraie pour les phalanges du singe, du mouton, elle est en défaut pour le métacarpien du mouton de 24cm, et nous ajoutons celui de 28cm, ainsi que pour le métacarpe et le métatarse des solipèdes. Quoique chez ces derniers la direction de l'artère nourricière soit l'opposé de ce qui existe chez la plupart des autres mammifères, l'extrémité inférieure de ces segments subit un allongement plus considérable que l'extrémité supérieure. Donc, l'accroissement de l'une des extrémités plus notable que l'autre ne détermine pas plus la direction que celle-ci ne règle l'accroissement (comparer fig. 21).

§ 4. — Direction du canal nourricier et son influence sur l'ossification.

Par l'exposé des points d'ossification tant primitifs que complémentaires, de l'époque de leur apparition, de leur nombre, les uns et les autres variables selon le groupe animal et selon le segment osseux, on voit combien la marche de l'ossification est irrégulière. « Quelques auteurs, dit Sappey (loc. cit., p. 107) n'ont « pas désespéré cependant de découvrir la loi qui tient l'ossifica- « tion sous sa dépendance et qui en règle la marche. — Les uns « ont invoqué la précocité des fonctions... — D'autres avaient « cru remarquer que l'ossification est d'autant plus prompte que « les os sont plus rapprochés du centre circulatoire...

Déjà en 1834, A. Bérard (*Mémoire de l'Académie des sciences*), a essayé de déterminer chez l'homme, « le rapport qui existe entre « la direction des conduits nourriciers des os longs et l'ordre sui- « vant lequel les épiphyses se soudent avec le corps de l'os ». Les conclusions de ce travail peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

1° Dans un os long qui se développe par trois points principaux d'ossification, un pour le corps, un pour chaque extrémité, c'est l'extrémité vers laquelle se dirige le conduit nourricier qui se soude la première avec le corps de l'os.

2° Dans un os long qui se développe par deux points d'ossification, un pour le corps conjointement avec une des extrémités, un pour l'autre extrémité, c'est l'extrémité vers laquelle se dirige le conduit nourricier qui s'ossifie conjointement avec le corps.

3° La rapidité de la marche de l'ossification à partir du centre d'un os long vers les extrémités, plus prononcée dans un sens que dans l'autre, est le résultat de la vitesse plus considérable du cours du sang dans la branche directe de l'artère nourricière que dans la branche réfléchie ».

Bérard regarde les deux premières propositions comme incontestables; quant à la troisième, il la qualifie d'hypothétique et il ajoute qu'il se proposait de la vérifier par l'observation; mais nous ne sachions pas qu'il ait publié le résultat de ses recherches sur ce sujet.

Dans l'étude du développement des extrémités terminales chez les mammifères, nous n'avons que les segments de l'os canon et des deux premières phalanges chez les solipèdes offrant trois points d'ossification (1). Ici encore nous avons à éliminer les phalanges, puisque la direction des canaux nourriciers est perpendiculaire aux surfaces osseuses. Quant au métacarpien et au métatarsien principal, sur lesquels le canal nourricier se dirige vers l'extrémité distale, nous avons noté que le point complémentaire supérieur est pourvu de vaisseaux communiquant pleinement avec le système vasculaire de la diaphyse, alors que l'extrémité inférieure est encore séparée de la diaphyse par un cartilage synchondral non vasculaire. La conclusion de Bérard n'explique donc pas la précocité de la soudure de l'épiphyse supérieure métacarpienne et métatarsienne chez les solipèdes.

De même la seconde proposition est contraire aux faits observés chez les singes et les solipèdes concernant l'influence du sens du courant sur la position des points complémentaires. Remarquons que chez beaucoup de mammifères la direction des canaux nourriciers de la première phalange et principalement de la seconde, est perpendiculaire, ne s'inclinant pas plutôt vers l'une des extrémités que vers l'autre, et cependant nous voyons le point d'ossification siéger avec une constance remarquable à l'extrémité supérieure de ces segments.

Rendons justice aux relations établies par Bérard entre la direction des vaisseaux sanguins et le siège des points complémen-

(1) ***Vachetta et Fogliata*** ont, les premiers, annoncé que les segments des doigts (métacarpien, métatarsien et deux premières phalanges) chez les solipèdes, sont pourvus de trois noyaux d'ossification (*Stud. anatom. sulle falangi del cavallo. Pisa*, 1875).

taires ; pour l'homme et un grand nombre de mammifères, les rapports sont exacts. Mais puisque nous avons rencontré des exceptions, nous ne nous contenterons pas de mettre les lois en défaut, mais nous tâcherons d'étudier les conditions plus générales de l'ossification.

En premier lieu, voyons si l'ossification s'étend plutôt dans un sens que dans l'autre. — En d'autres termes, la branche directe de l'artère nourricière donne-t-elle lieu à une ossification plus rapide que la branche réfléchie?

A cet effet, nous avons mesuré sur les fœtus de diverses espèces et à différents âges, la distance du point central où l'ossification a débuté (trou nourricier) aux deux bouts de la diaphyse.

Nous indiquerons dans le tableau suivant les hauteurs des bouts osseux à partir du trou nourricier, le numérateur représentant la longueur de la partie osseuse située au-dessus du trou nourricier et le dénominateur celle de la portion inférieure.

Enfant âgé de 18 mois.

Métacarpien. $\frac{5^{mm}}{9}$	1re phalange. $\frac{7^{mm}}{4,5}$	2e phalange. $\frac{5^{mm}}{3,5}$

Enfant de 6 ans et demi.

Métacarpien. $\frac{1^{cm},50}{1,80}$	1re phalange. $\frac{1^{cm},7}{1,0}$	2e phalange. $\frac{1^{cm},0}{5^{mm}}$

Fœtus de Gibbon.

Métacarpien. $\frac{2^{mm},0}{11,0}$	1re phalange. $\frac{6^{mm}}{6}$	2e phalange. $\frac{5^{mm}}{4}$

Chien âgé d'un mois.

Métatarsien......... $\frac{9^{mm}}{8}$	1re phalange........ $\frac{3^{mm},5}{3}$

Chien de 2 mois.

Métacarpien. Index......... $\frac{2^{cm}}{1,40}$	1re phalange............... $\frac{6^{mm}}{5}$
— Doigts externes. $\frac{7^{mm}}{8}$	

Lapin de 33 jours.

Métatarse. $\frac{7^{mm},0}{15,0}$	1re phalange. $\frac{6^{mm}}{4}$	2e phalange. $\frac{5^{mm}}{3}$

Fœtus de porc de 27cm de long.

Métacarpien. $\frac{3^{mm},5}{8,5}$	1re phalange. $\frac{2^{mm},5}{2,0}$	2e phalange. $\frac{2^{mm}}{0,6}$

Veau de 3 semaines.

Métacarpien........ $\frac{8^{cm}}{5}$ | 1re phalange....... $\frac{17^{mm}}{12}$

Fœtus de mouton de 24cm.

Métacarpien......... $\frac{17^{mm}}{13}$ | 1re phalange........ $\frac{4^{mm}}{2}$

Métatarsien......... $\frac{12^{mm}}{17}$

Fœtus de mouton de 28cm.

Métatarsien principal externe....................... $\frac{18^{mm}}{21}$

— interne....................... $\frac{16^{mm}}{23}$

Fœtus de Dauw.

Métatarsien.................................... $\frac{2^{cm},6}{5,50}$

Fœtus de cheval.

De 24cm. Métatarsien............................ $\frac{5^{mm},0}{13}$

De 38cm. — .... $\frac{8^{mm},0}{25,0}$

De 70cm. Métacarpien........................... $\frac{3^{cm},0}{4,8}$

Poulain....................................... $\frac{7^{cm},50}{14,0}$

Dans l'espèce humaine, l'ossification est plus rapide dans le sens de la branche réfléchie de l'artère nourricière, aussi bien pour les métacarpiens et les métatarsiens que pour les phalanges et les phalangines, en d'autres termes, du côté de l'extrémité où sera plus tard le point d'ossification complémentaire. C'est l'inverse de ce qu'a avancé Bérard et le fait se vérifie durant tout le temps de l'ossification à partir de l'enfant très jeune jusqu'au moment de l'établissement des points complémentaires.

Chez le gibbon, l'ossification est plus rapide dans le sens de l'artère nourricière (branche directe); il est vrai que sa direction sur les métacarpiens est inverse de ce qu'elle est chez l'homme; pour les phalanges, c'est l'opposé. Mais dans l'un et l'autre cas, l'ossification est plus rapide du côté où sera le point complémentaire.

Chez le chien, le canal nourricier du métacarpe et du métatarse se dirige du côté où l'ossification se fait le plus rapidement. Donc chez cet animal, l'extension du point primitif se fait plus vite du côté opposé à l'extrémité qui sera pourvue d'un point

complémentaire. Pour les deux premières phalanges, c'est le contraire, c'est-à-dire la même chose que chez l'homme et le singe (phalanges). Chez le lapin, la marche de l'ossification est la même que chez l'homme.

Chez le porc, l'ossification se fait moins rapidement du côté de la branche directe pour le métacarpien et la première phalange; c'est le contraire pour la deuxième phalange.

Chez le fœtus de mouton de 24^{cm}, le point primitif des métacarpiens et des phalanges s'étend plus rapidement dans le sens de la branche directe. Pour les métatarsiens du même fœtus, ainsi que pour celui de 28^{cm}, c'est dans le sens contraire.

Chez le veau, l'ossification se fait plus rapidement du côté de la branche directe pour le métatarsien, c'est-à-dire à l'extrémité opposée où sera le point complémentaire. C'est le contraire pour les phalanges.

Chez le Dauw, c'est du côté de la branche directe que l'ossifition se fait le plus énergiquement. Comme la première et la deuxième phalanges ont leurs trous nourriciers au centre, l'ossification se fait avec une puissance égale dans les deux sens. Cette proposition est également vraie pour les métacarpiens, les métatarsiens, les phalanges et les phalangines des fœtus de chevaux. Chez les solipèdes, la distance du trou nourricier est donc plus grande du côté de l'extrémité des métacarpiens et des métatarsiens, qui sera pourvue du point complémentaire le plus étendu, quoique l'autre extrémité ait également un point complémentaire plus tard.

Nous concluons de ces faits que la proposition de Bérard, qui suppose que la vitesse du courant sanguin est plus grande dans la branche directe que dans la branche réfléchie et que l'ossification s'étend plus énergiquement dans le premier sens que dans l'autre, nous concluons, disons-nous, que cette hypothèse est tantôt d'accord avec les faits, tantôt elle est absolument infirmée par l'observation. Il y a plus : parfois et dans la même espèce, l'ossification du point primitif est d'abord plus rapide du côté où sera le point complémentaire et plus tard l'extension du point osseux se fera plus énergiquement vers l'extrémité manquant toujours de ce point. Ce fait, joint à l'observation du niveau différent où siègent les trous nourriciers des deux métatarsiens de mouton et sur lequel on observe des diaphyses de longueur égale

et des extrémités cartilagineuses supérieures et inférieures de hauteur semblable, montre que la distance du trou nourricier, en un mot, le lieu d'entrée du sang dans le diaphyse n'a qu'une influence secondaire sur l'extension de l'ossification dans un sens plutôt que dans l'autre. En outre, en tenant compte des nombreuses artérioles, que le périoste fournit à la diaphyse outre l'artère ou les artères nourricières principales et qui contribuent puissamment à la nutrition du segment, on est amené à cette conclusion que le rôle de l'artère nourricière n'est pas aussi considérable que certains auteurs l'ont admis d'une façon complètement hypothétique. Il est vrai que ces différences s'expliqueraient en admettant un calibre plus considérable tantôt de la branche directe, tantôt de la branche réfléchie. Mais, pour vérifier cette supposition, il s'agirait de faire une série de recherches très délicates en pratiquant des injections sur des embryons et des fœtus de divers mammifères.

Quoiqu'il en soit, dans un os long qui se développe par deux points d'ossification, l'un pour le corps et pour l'une des extrémités, l'autre pour l'autre extrémité, c'est l'extrémité s'ossifiant par extension du point primitif, qui achève son ossification, alors que la plaque synchondrale marque encore nettement la limite entre la diaphyse et l'épiphyse.

Un fait remarquable, c'est que la surface qui termine les extrémités du point primitif a toujours une forme plane quand elle regarde l'extrémité où sera plus tard le point complémentaire, tandis que sa forme est courbe, la convexité tournée vers l'extrémité articulaire, quand celle-ci devra s'ossifier conjointement avec le corps. Ceci est vrai non seulement pour les os longs des extrémités possédant un seul point complémentaire, mais encore pour l'os canon des solipèdes et leurs deux premières phalanges : ces segments étant pourvus plus tard chacun d'un point complémentaire à chaque extrémité, la surface terminale des deux extrémités du point primitif présente une forme plane durant tout le cours du développement.

§ 5. — Cause anatomique de l'apparition du point d'ossification complémentaire.

Comme ce n'est ni la direction de l'artère nourricière, ni l'extension plus rapide du point d'ossification primitif vers

l'une ou l'autre extrémité, qui peut expliquer l'apparition des points d'ossification complémentaires dans l'une de celles-ci, il convient d'examiner les conditions générales de développement des extrémités cartilagineuses.

Nous savons qu'au début de la production du point primitif, l'extrémité supérieure (proximale) et l'extrémité inférieure (distale) des métacarpiens, des métatarsiens et des deux premières phalanges sont de longueur égale, l'une et l'autre formée de cartilage non vasculaire. Nous nous sommes demandé : 1° quelle est l'extrémité cartilagineuse qui s'allonge le plus ; est-ce celle qui sera pourvue d'un point complémentaire ou l'autre ? 2° l'extrémité s'ossifiant conjointement avec la diaphyse sera-t-elle pourvue de vaisseaux sanguins plus tôt ou plus tard que l'extrémité pourvue d'un point complémentaire ?

Pour élucider la première question, nous avons mesuré, sur des fœtus de divers âges, la hauteur des extrémités cartilagineuses et nous représenterons ces longueurs par une fraction où le numérateur indiquera la hauteur de l'extrémité cartilagineuse supérieure, et le dénominateur, celle de l'extrémité inférieure.

Enfant à la naissance.

Métacarpien (médius)...	$\frac{S}{I} = \frac{3^{mm}}{5}$	Métatarsien (2ᵉ orteil).	$\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},5}{5}$
1ʳᵉ phalange..........	$\frac{S}{I} = \frac{3^{mm}}{2}$	1ʳᵉ phalange........	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{1,2}$
2ᵉ phalange..........	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm}}{1}$	2ᵉ phalange........	$\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},3}{1}$

Enfant de 18 mois.

Métacarpien (annulaire et médius). $\frac{\text{Extrémité cartilagineuse supérieure...}}{\text{Extrémité cartilagineuse inférieure....}} = \frac{2^{mm},0}{4}$

1ʳᵉ phalange (annulaire).	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},5}{1,5}$	1ʳᵉ phalange (médius)...	$\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{2}$
2ᵉ phalange..........	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{1}$	2ᵉ phalange..........	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{1}$

Enfant de 5 ans.		*Enfant de 6 ans et demi.*	
Métacarpien (médius).	$\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},5}{7}$	Métacarpien (médius).	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{10}$
1ʳᵉ phalange........	$\frac{S}{I} = \frac{4^{mm},0}{1}$	1ʳᵉ phalange........	$\frac{S}{I} = \frac{4^{mm},0}{1}$
2ᵉ phalange........	$\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{0,50}$	2ᵉ phalange.........	$\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{0,80}$

Fœtus de Gibbon de 6 mois.

Métacarpien........................... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{3,5}$

1re phalange.......................... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},80}{1}$

2e phalange........................... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},50}{0,60}$

Fœtus de chien de 14cm de long.

Métacarpien....... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},8}{2,5}$

1re phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},50}{1}$

2e phalange, même longueur, ou 0mm,5 pour l'extrémité sup. et inf.

Jeunes chiens à la naissance.

Métacarpien...... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{3,5}$

1re phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},75}{1,00}$

2e phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{0^{mm},75}{0,60}$

Chien âgé d'un mois.

Métatarsien....... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},00}{4,50}$

1re phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},00}{1}$

2e phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},25}{0,70}$

Chien âgé de 2 mois.

Métatarsien....... $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},00}{5}$

1re phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{6^{mm},00}{3}$

2e phalange...... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},00}{1}$

Tigre à la naissance.

Métacarpien (médius) $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},5}{4}$

1re phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},00}{1,20}$

2e phalange........ $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},50}{1,00}$

Segments du pouce :

1er segment...... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},50}{1,50}$

2e segment....... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},00}{1,50}$

Fœtus de lapin de 7cm de long.

Métacarpien........ $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},0}{1,25}$

1re phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{0^{mm},6}{0,5}$

2e phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{0^{mm},5}{0,5}$

Fœtus de lapin à terme.

Métatarsien........ $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},5}{2}$

1re phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},8}{1}$

2e phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{0^{mm},7}{0,5}$

Lapin âgé de 33 jours.

Chez le lapin de 33 jours, l'extension du point primitif est achevée jusqu'auprès de l'extrémité supérieure des métacarpiens et des métatarsiens, ainsi qu'aux extrémités inférieures de la 1re et de la 2e phalange des quatre doigts externes. L'épiphyse inférieure des métacarpiens et des métatarsiens haute de 3mm ainsi que l'épiphyse supérieure de la 1re et de la 2e phalange, haute de 2mm, sont séparés par un cartilage synchondral de 1mm environ de la diaphyse correspondante.

Fœtus de porc de 14^{cm} *de long.*

Métatarsiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},00}{3}$

Fœtus de porc de 16^{cm} *de long.*

Métatarsiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},5}{3,5}$

1re phalange.......... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},5}{1}$

2e phalange........... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},0}{0,6}$

Fœtus de porc de 20^{cm} *de long.*

Métacarpiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},60}{2,40}$

1re phalange.......... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},40}{0,5}$

2e phalange........... $\frac{S}{I} = \frac{0^{mm},75}{0,4}$

Fœtus de porc de 27^{cm} *de long.*

Métacarpiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{5}$

1re phalange.......... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},5}{1}$

2e phalange........... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{1}$

Fœtus de veau de 9^{cm} *de long.*

Métacarpien...................... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},6}{5}$

1re phalange...................... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},10}{1}$

Fœtus de mouton de 24^{cm} *de long.*

Métacarpiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{5}$

1re phalange.......... $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{2}$

2e phalange........... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},5}{0,8}$

Fœtus de mouton de 28^{cm} *de long.*

Métatarsiens principaux. $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{7}$

1re phalange.......... $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{2}$

2e phalange........... $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},0}{1}$

Fœtus de cheval de 9^{cm} *de long.*

Métatarsien principal. $\frac{S}{I} = \frac{2^{mm},50}{2,70}$

1re phalange, cartilagineuse.
2e phalange, cartilagineuse.

Fœtus de cheval de 13^{cm} *de long.*

Métatarsien principal. $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},00}{4}$

1re phalange....... $\frac{S}{I} = \frac{1^{mm},25}{1,25}$

2e phalange, cartilagineuse.

Fœtus de cheval de 24^{cm} *de long.*

Métacarpien principal. $\frac{S}{I} = \frac{5^{mm},0}{6}$

1re phalange........ $\frac{S}{I} = \frac{4^{mm},5}{4,5}$

2e phalange, cartilagineuse.

Fœtus de cheval de 38^{cm} *de long.*

Métatarsien principal. $\frac{S}{I} = \frac{6^{mm},0}{9}$

1re phalange........ $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{4}$

2e phalange, cartilagineuse.

Fœtus de cheval de 70^{cm} *de long.*

Métacarpien......... $\frac{S}{I} = \frac{1^{cm},0}{2}$

1re phalange......... $\frac{S}{I} = \frac{1^{cm},0}{7^{mm}}$

2e phalange, longue de 1^{cm}, présente un point primitif haut de 4^{mm} situé au centre.

Fœtus de Daim.

Métatarsien principal.. $\frac{S}{I} = \frac{6^{mm},0}{1^{cm},12}$

1re phalange........ $\frac{S}{I} = \frac{4^{mm}}{5}$

2e phalange......... $\frac{S}{I} = \frac{3^{mm},0}{8}$

Sur le pied postérieur, la 2e phalange du fœtus de cheval de 70cm est longue de 1cm et présente également un point osseux primitif, haut de 4mm.

L'examen des mensurations précédentes met hors de doute les points suivants :

1° Le tissu cartilagineux, manquant au début de vaisseaux, non seulement se nourrit énergiquement, c'est-à-dire emprunte de proche en proche, et cela à une distance de plusieurs millimètres, les principes immédiats qu'il assimile et restitue les principes désassimilés, mais encore il s'accroît considérablement en augmentant de diamètre dans tous les sens, surtout en longueur.

2° L'extrémité cartilagineuse qui possédera un point complémentaire est, chez tous les animaux examinés, autant pour les métacarpiens et les métatarsiens que pour les deux premières phalanges, le siège d'un allongement plus grand que l'extrémité cartilagineuse qui s'ossifiera conjointement avec la diaphyse.

De même on remarquera que chez les solipèdes, l'extrémité distale du métacarpien et du métatarsien principal se développe plus en longueur que l'extrémité proximale ; la première possédant un point complémentaire plus étendu et se soudant avec la diaphyse plus tard que la seconde. Pour les deux premières phalanges, les conditions sont chez ces animaux à peu près les mêmes pour les deux bouts.

Quant à la marche de la vascularisation des extrémités cartilagineuses, voici ce que nous avons observé concernant l'époque où les vaisseaux pénètrent dans l'une ou l'autre extrémité de chaque segment, et le moment où ils se mettent en rapport avec ceux de la diaphyse. On sait que les orifices d'entrée (*foraminula nutritia*) de ces vaisseaux sont très nombreux, visibles à l'œil nu sur les pièces sèches, quoique d'un diamètre plus petit que celui de l'artère ou des artères nourricières de la diaphyse.

Chez l'enfant à la naissance, ni l'extrémité supérieure, ni l'inférieure des métatarsiens et des métacarpiens ne sont vasculaires encore, quoique les pièces carpiennes et tarsiennes soient la plupart sillonnées de vaisseaux. Chez l'enfant de dix-huit mois, les extrémités supérieure et inférieure des métacarpiens et des métatarsiens sont vascularisées, ainsi que l'extrémité cartilagineuse supérieure des premières phalanges, tandis que les par-

ties cartilagineuses situées au-dessous, ne le sont pas encore et ne le deviendront que vers deux à trois ans.

Chez le chien à la naissance, l'extrémité carpienne des métacarpiens est vascularisée comme l'extrémité cartilagineuse phalangienne. En outre, on voit des prolongements vasculaires de quelques centièmes de millimètre pénétrer dans le cartilage de l'extrémité supérieure et inférieure des premières phalanges, mais sans arriver au centre de l'extrémité cartilagineuse.

Chez le chien âgé d'un mois, les deux premières phalanges ont leurs extrémités supérieures et inférieures pourvues de vaisseaux.

Chez le chat à la naissance, la vascularisation s'étend aux premières phalanges.

Chez un tigre à la naissance, les deux extrémités cartilagineuses des métacarpiens et des métatarsiens, ainsi que celles des premières et des deuxièmes phalanges sont vasculaires. Les vaisseaux sont plus abondants dans l'extrémité distale des métacarpiens et dans l'extrémité proximale des phalanges.

Le lapin à la naissance, ne présente encore que des extrémités cartilagineuses non vasculaires sur les segments des doigts, sauf aux métacarpiens et aux métatarsiens où les vaisseaux commencent à pénétrer à l'extrémité carpienne ou tarsienne et à l'extrémité phalangienne.

Chez un fœtus de porc de 14^{cm}, les vaisseaux entrent dans les cartilages du carpe et du tarse, ainsi que dans les extrémités supérieure et inférieure des métatarsiens et des métacarpiens. Sur les phalanges, elles ne sont pas encore vasculaires. Sur un fœtus de 16^{cm}, les phalanges des métacarpiens principaux commencent à devenir également vasculaires, tandis que celles des métacarpiens latéraux ne le sont pas encore.

Sur le fœtus de porc de 20^{cm} de long, nous assistons, sur les phalanges des ergots, au début de la vascularisation. La tête articulaire des métacarpiens est formée de cartilage vascularisé, sauf une bande non vasculaire qui le sépare de la diaphyse. La première phalange a une extrémité cartilagineuse métacarpienne de 1^{mm},40 de haut, vasculaire sur une hauteur de 0^{mm},8 et non vasculaire dans la bande intermédiaire entre elle et le corps de l'os. L'extrémité inférieure, haute de 0^{mm},5 au milieu, n'est pas vasculaire

au centre, tandis qu'à la périphérie où le cartilage est haut de 1mm, les vaisseaux venant des tissus avoisinants traversent le périchondre et arrivent dans le cartilage. La deuxième phalange possède une extrémité supérieure, haute de 0mm,75, dont 0mm,5 sont vasculaires, tandis que la portion avoisinant la diaphyse manque de vaisseaux. L'extrémité inférieure de la phalangine manque de vaisseaux, tandis que l'extrémité articulaire de la phalangette est vasculaire sur la moitié supérieure de son étendue, qui est de 1mm.

Sur le fœtus de porc de 27cm, on peut constater, au moment de la production des points complémentaires, que la plaque synchondrale n'est pas traversée par les vaisseaux, tandis qu'à l'extrémité des premières et des deuxièmes phalanges, où il ne se produira pas de point complémentaire, les vaisseaux provenant de la portion ossifiée de la diaphyse et se distribuant principalement au centre de l'extrémité cartilagineuse sont en pleine communication avec les vaisseaux qui ont pénétré à travers le périchondre de l'extrémité articulaire. Ces derniers se sont distribués surtout à la périphérie de l'extrémité cartilagineuse.

Le fœtus de veau de 9cm de long n'a pas encore de vaisseaux dans les extrémités articulaires des doigts.

Chez un veau de 16cm de long, l'extrémité cartilagineuse supérieure des métacarpiens principaux est vasculaire sur une étendue de 2mm et séparée de la portion osseuse par une bande cartilagineuse non vasculaire de 0mm,6. L'extrémité inférieure des mêmes est vasculaire sur une longueur de 4mm et non vasculaire du côté de la diaphyse sur une étendue de 1mm. De même l'extrémité métacarpienne des premières phalanges est vasculaire sur une longueur de 1mm,5 et non vasculaire sur une étendue de 0mm,6. Les extrémités cartilagineuses inférieures ne sont pas encore pourvues de vaisseaux.

Chez un fœtus de mouton de 10cm, nous voyons une anse capillaire pénétrer aussi bien dans l'extrémité supérieure que dans l'inférieure du métatarsien. Sur celui de 12cm, elles sont très vasculaires; mais les phalanges n'ont pas encore de vaisseaux dans leurs extrémités.

Chez un fœtus de mouton de 18cm de long, les extrémités cartilagineuses des métacarpiens et des métatarsiens, ainsi que celles des premières phalanges sont vasculaires, tandis que celles des

deuxièmes phalanges et celle de la troisième phalange ne contiennent pas encore de vaisseaux. Chez le fœtus de mouton de 20^{cm} de long, les phalanges commencent à montrer des vaisseaux dans toutes les extrémités articulaires, la troisième phalange y comprise.

Chez le fœtus de cheval de 18^{cm} de long, on assiste, sur les extrémités des métacarpiens et des métatarsiens, à la pénétration, dans le cartilage, des vaisseaux venant des tissus avoisinant le périchondre. Les extrémités supérieures et inférieures de la première et de la deuxième phalange ne sont pas vasculaires encore.

Le fœtus de 22^{cm} présente déjà des vaisseaux dans ces mêmes extrémités, ainsi que dans celle de la troisième phalange.

Sur ce dernier fœtus, sur celui de 24^{cm} également, ainsi que sur celui de 38^{cm} de long, nous avons observé un fait d'une importance très grande. Comme nous l'avons signalé déjà, ce n'est que beaucoup plus tard, quand le fœtus du cheval atteindra 55 à 60^{cm} de long, que la deuxième phalange présentera un point d'ossification central dans le corps de ce segment. Sur les fœtus de 22 à 38^{cm} de long, les extrémités de la deuxième phalange sont sillonnées de nombreux vaisseaux venant du périchondre, tandis que *la partie moyenne du même segment est constituée par du cartilage non vasculaire*. Sur le fœtus de 38^{cm}, la portion moyenne non vasculaire est encore haute de 2^{mm}. Ajoutons que le petit cartilage sésamoïde est déjà vasculaire sur le fœtus de 22^{cm}. Nous eussions désiré suivre l'extension des vaisseaux convergeant des deux extrémités vers la partie centrale, mais les fœtus de la taille de 40 à 60^{cm} nous ont manqué. Cependant, voici l'état de la deuxième phalange sur un fœtus de 65^{cm} : elle est haute de 13^{mm}, son extrémité cartilagineuse supérieure mesure 4^{mm} de haut et l'inférieure 4^{mm} également. Son diamètre antéro-postérieur est de 12^{mm}. Le centre est occupé par un nodule osseux et ostéoïde de 5^{mm} de haut et d'un diamètre antéro-postérieur de 7^{mm}. Il est séparé de la face postérieure de la phalangine par une bandelette cartilagineuse de $0^{mm},5$ et de la face antérieure, par une bande cartilagineuse de $4^{mm},5$. Les parties ostéoïdes sont vasculaires et leurs vaisseaux communiquent sur toute la périphérie avec ceux des deux extrémités.

L'observation précédente, faite sur la phalangine de ces di-

vers fœtus de solipèdes, nous montre, qu'à partir d'une certaine époque les cartilages du squelette fœtal qui doit disparaître deviennent vasculaires, que le point osseux primitif de la diaphyse ait paru ou non. Dans ce dernier cas, les vaisseaux envahissent non seulement les extrémités, mais tout le segment cartilagineux. Comme le cartilage est vasculaire au moment de la production du point osseux primitif, l'ossification marche du centre vers la périphérie comme dans les pièces du carpe et du tarse, et non d'un point périphérique vers le centre comme dans les diaphyses des os longs.

L'étude de l'entrée des vaisseaux sanguins dans les extrémités cartilagineuses nous conduit à ce résultat général : à partir d'une certaine époque, variable selon le groupe animal, les vaisseaux pénètrent dans le cartilage du squelette fœtal, en suivant une marche analogue à l'apparition des segments cartilagineux, de la base du membre vers le bout terminal. Les extrémités non pourvues, plus tard, de point complémentaire sont sillonnées de vaisseaux comme les autres. La seule différence à signaler, c'est que les extrémités manquant plus tard de point complémentaire anastomosent leur vaisseaux de bonne heure avec ceux de la diaphyse, tandis qu'un cartilage synchondral non vasculaire sépare, jusqu'au moment de la soudure, l'épiphyse de la diaphyse.

§ 6. — Conditions de l'ossification définitive de la phalangette.

Nous avons vu précédemment que le point primitif de la phalangette, chez les divers mammifères, nous a présenté une précocité d'apparition et un mode d'ossification bien différents des autres phalanges. Nous avons signalé, en outre, qu'au point de vue de l'ossification de l'extrémité articulaire, les mammifères examinés se divisent en deux groupes bien distincts : les uns, comme l'homme et le singe, qui possèdent un point complémentaire, même quelquefois deux, dans la phalangette ; les autres, au contraire, qui manquent de point complémentaire. L'extrémité cartilagineuse s'ossifie conjointement avec le corps même chez les solipèdes et ce fait est d'autant plus étrange chez ces derniers animaux, qu'ils possèdent dans les métacarpiens, les métatarsiens et les deux premières phalanges un point d'ossi-

fication en plus de ce qu'on observe chez tous les autres mammifères.

Quelles sont les raisons anatomiques et physiologiques de ce développement si différent ? La direction de l'artère nourricière est-elle dès le début différente chez les uns et les autres, ou bien existe-t-il au moment de l'ossification de l'extrémité cartilagineuse des conditions morphologiques dissemblables ?

Pour répondre à ces questions, nous avons procédé à l'examen de la première anse capillaire qui pénètre dans la phalangette, à son point d'entrée, à sa direction, et ensuite nous avons comparé chez les divers mammifères les relations de la partie ossifiée et de l'extrémité cartilagineuse. Les résultats auxquels nous sommes arrivé sont les suivants :

Chez l'homme, le siège des trous nourriciers dans la phalangette est un fait connu et signalé depuis longtemps. « C'est à « la face inférieure du point de jonction de la portion cordi- « forme de cette demi-diaphyse que se produisent et qu'existent « sur l'adulte le ou les trous nourriciers de la phalangette et « non sur les côtés et vers le milieu de la longueur de la dia- « physe comme pour les phalanges et les phalangines. (Ch. Ro- « bin, art. Os, p. 42.) »

Voici maintenant ce que nous avons observé sous ce rapport, chez les autres mammifères : chez le fœtus de chat de 6^{cm} de long, la phalangette a une longueur de $1^{mm},25$, la portion externe ou distale à l'état ostéoïde est longue de $0^{mm},4$, coiffée par une lamelle préosseuse de $0^{mm},060$ d'épaisseur. Les vaisseaux ne pénètrent pas encore dans la portion ostéoïde. Chez le fœtus de chat de 8^{cm} de long, la phalangette a une longueur de $1^{mm},50$, à partir de la calotte de substance préosseuse : la portion antérieure longue de $0^{cm},5$ est à l'état ostéoïde, et la portion postérieure et articulaire est cartilagineuse. Les vaisseaux pénètrent par trois endroits dans la pointe de la phalangette, et cela en traversant partout la lame de substance préosseuse qui coiffe le sommet : à la pointe, à la partie antérieure de la face plantaire et de la face dorsale ou antérieure. Les vaisseaux ne s'étendent encore que sur une longueur de $0^{mm},120$ à partir du sommet du point ostéoïde.

Sur le fœtus de cochon d'Inde de 4^{cm} de long, la phalangette des pattes postérieures atteint une longueur de $1^{mm},20$, dont la

portion externe est à l'état ostéoïde sur une longueur de $0^{mm},4$. Le premier capillaire qui pénètre dans cette portion ostéoïde part d'un vaisseau qui longe la face plantaire de la phalangette. Il se dirige perpendiculairement à cette dernière et pénètre dans la phalangette à une distance de $0^{mm},125$ de la pointe, c'est-à-dire de la lamelle de substance préosseuse du sommet.

Les phalangettes des doigts médians du fœtus de porc de 7^{cm}, sont longues de $1^{mm},50$. Leur sommet est ostéoïde sur une étendue de $0^{mm},50$, mais aucun vaisseau n'y pénètre encore. Celles d'un fœtus de 15^{cm} ont une longueur de 3^{mm}, et sont vasculaires sur une étendue antérieure ou externe de $1^{mm},50$.

Les phalangettes d'un fœtus de mouton de 10^{cm} de long n'ont encore qu'un point chondroïde au sommet, tandis que celles d'un fœtus de veau de 9^{cm}, longues de 3^{mm}, possèdent un sommet osseux et ostéoïde haut de $1^{mm},5$, vasculaire sur une étendue de $0^{mm},7$. Les vaisseaux pénètrent dans le segment par le sommet, la face plantaire et la face dorsale jusqu'à une distance de 1^{mm} à partir de la pointe.

Chez le fœtus d'âne de 8^{cm} de long, on voit deux vaisseaux d'un diamètre de $0^{mm},06$ longer les parties latérales de la face antérieure de la phalangette. Ils occupent une position symétrique de chaque côté de la ligne médiane et fournissent des capillaires à la pointe osseuse sur une longueur de $0^{mm},5$.

Ces faits prouvent que chez tous ces mammifères, la diaphyse de la phalangette commence à se vasculariser au sommet, à la jonction de la calotte de substance préosseuse comme c'est le cas chez l'homme. De là la vascularisation et l'ossification s'étendent du côté de l'extrémité articulaire de la phalangette.

Ces phénomènes initiaux de développement étant bien établis, après avoir constaté qu'ils sont les mêmes chez tous les animaux que nous avons observés, nous nous sommes demandé quelles conditions d'évolution déterminent tantôt l'apparition d'un point complémentaire dans l'extrémité articulaire, tantôt l'ossification directe de cette portion par l'extension du point d'ossification primitif de la phalangette.

Chez un enfant de trois ans, la dernière phalange du pouce a une extrémité externe ossifiée sur une longueur de 1^{cm} ; l'extrémité supérieure cartilagineuse n'est que de 2^{mm}. Celle-ci contient déjà un point ostéoïde de 1^{mm} de haut et de 2^{mm} de large. Les

phalangettes des autres doigts montrent également un point chondroïde complémentaire, mais le rapport du corps de l'os et de l'extrémité cartilagineuse reste le même. Un enfant de cinq ans présente sur la phalangette du médius une partie ossifiée longue de 1^{cm}, une extrémité cartilagineuse de 2^{mm} contenant un point ostéoïde de 0^{mm},5 à 1^{mm}. Même rapport pour les autres doigts.

L'apparition du point complémentaire de la phalangette se fait donc plus tôt que ne l'indique Sappey, qui fixe leur apparition de six à sept ans.

Chez le fœtus de gibbon de six mois, la phalangette du médius des membres antérieurs a un corps ossifié dans une longueur de 6^{mm} et une extrémité cartilagineuse de 1^{mm},5. Même rapport pour les autres doigts, sauf une longueur plus faible de 0^{mm},5 à 1^{mm} pour la portion ossifiée.

Pour le membre postérieur, les faits sont identiques.

Chez un macaque âgé de quelques mois, l'avant-dernier orteil offre une partie ossifiée longue de 4^{mm} et une extrémité cartilagineuse de 0^{mm},65.

Chez un chien âgé d'un mois, la troisième phalange des doigts antérieurs offre une tigelle ossifiée longue de 4^{mm} et une extrémité cartilagineuse de 1^{mm},4 pour le médius, de 1^{mm},2 pour les autres doigts. Pour celle du médius, nous avons constaté une particularité remarquable : au centre de l'extrémité cartilagineuse se trouve un point calcifié (ostéoïde) séparé de la partie osseuse par une bande cartilagineuse de 0^{mm},4. Sur un chien de deux mois, la longueur de la partie ossifiée est de 8^{mm}, et la portion cartilagineuse n'est plus que de 1^{mm} au centre et de 3^{mm} sur la tubérosité cartilagineuse postérieure dans laquelle pénètrent les vaisseaux de la partie ossifiée.

Sur un chat à la naissance, la phalangette présente une portion ossifiée longue de 1^{mm},5 et une extrémité cartilagineuse non vasculaire encore de 1^{mm} à la périphérie et de 0^{mm},7 au centre. Chez un chat âgé de deux mois, le corps de l'os a 2^{mm} et l'extrémité cartilagineuse 0^{mm},4.

Chez un tigre à la naissance, la troisième phalange est ossifiée sur une longueur de 5^{mm}; le cartilage de l'extrémité articulaire est déjà vasculaire et atteint du côté dorsal 1^{mm},5 et du côté plantaire 3^{mm} de hauteur.

Chez un fœtus de lapin de 7^{cm} de long, les troisièmes phalanges ont une extrémité ossifiée de 1^{mm} et une extrémité cartilagineuse haute de $0^{mm},5$. Chez le lapin à la naissance, le corps ossifié de la phalangette est long de $0^{mm},75$ et l'extrémité cartilagineuse de $0^{mm},6$. Sur celui de dix-huit jours, la partie ossifiée est de 4^{mm} et l'extrémité cartilagineuse de $0^{mm},5$ au centre et de 1^{mm} sur le prolongement postérieur.

Sur un fœtus de porc de 16^{cm}, la phalangette de l'onglon présente une portion ossifiée longue de 3^{mm} et une extrémité cartilagineuse vasculaire haute de $1^{mm},5$ au centre et de 2^{mm} sur la tubérosité postérieure. Celle de l'ergot de porc de 20^{cm} a un corps ossifié long de $1^{mm},75$ et une extrémité cartilagineuse de $0^{mm},75$. L'onglon du fœtus du porc de 27^{cm} offre une portion ossifiée de 5^{mm} et une extrémité cartilagineuse de 2^{mm}.

Chez le fœtus de mouton de 28^{cm} de long, la troisième phalange de l'onglon a un corps ossifié long de 6^{mm} et une extrémité cartilagineuse de 2^{mm} au centre et un prolongement postérieur de 3^{mm}. Sur celui de 34^{cm}, de long, la portion ossifiée est de 8^{mm} et l'extrémité cartilagineuse en avant de 2^{mm}, au centre de 1^{mm} et sur le prolongement postérieur de 4^{mm} ; on aperçoit outre les trous vasculaires de la pointe, deux trous vasculaires de $0^{mm},4$ sur la face interne et autant sur la face externe. Ils sont situés à une distance de 1^{mm} de la partie cartilagineuse et la direction des canaux dans lesquels ils s'ouvrent est oblique en avant et en bas. Toutes les portions de l'extrémité cartilagineuse sont vasculaires et les vaisseaux communiquent avec ceux de la diaphyse. Chez le fœtus de veau de 52^{cm}, les trous situés sur la face interne et externe ont un diamètre de $0^{mm},5$ à 1^{mm} ; la phalange unguéale est ossifiée, sauf le cartilage articulaire, et la tubérosité postérieure est encore cartilagineuse sur une hauteur de 2^{mm}.

Chez le fœtus de bœuf, les phalanges unguéales se développent d'une façon identique à ce que nous venons de voir chez le mouton. Les orifices vasculaires d'un veau de trois semaines sont situés en même nombre sur la face interne et externe de la phalangette, mais leur diamètre atteint jusqu'à 3^{mm}.

Chez le Dauw près de la naissance, la phalange unguéale n'est encore ossifiée qu'à l'extrémité terminale dans une longueur de

6^{mm} et c'est à la pointe que les vaisseaux pénètrent dans le segment.

Chez le fœtus de cheval de 9^{cm} de long, la pointe de la phalange est ossifiée sur une longueur de 1^{mm}. La tigelle et l'extrémité articulaire atteignent une hauteur de $1^{mm},4$. Les phalangettes du fœtus de 18^{cm} de long sont ossifiées sur une longueur de $2^{mm},70$ et ont une extrémité cartilagineuse de $1^{mm},75$. Chez un fœtus de 38^{cm}, la partie osseuse atteint 5^{mm}, la partie cartilagineuse est haute de 3^{mm}, dont une portion supérieure vasculaire longue de 2^{mm}.

Chez le fœtus de 70^{cm} de long, la phalangette est haute de $2^{cm},50$ et ossifiée à la pointe et dans la diaphyse sur une étendue de 17^{mm}. De chaque côté de la ligne médiane, on aperçoit à 3^{mm} du niveau inférieur de la partie cartilagineuse et sur la face antérieure deux orifices larges de 2^{mm} appelés les *trous préplantaires*. De même, on voit déjà sur la face plantaire le *trou sous-plantaire* de chaque côté de la ligne médiane. Ces derniers sons également situés vers la limite supérieure de la portion osseuse. L'extrémité cartilagineuse est vasculaire et ses vaisseaux communiquent déjà avec ceux de la diaphyse.

Chez le poulain de trois semaines, la troisième phalange est longue de 4^{cm} sur la face antérieure et de $4^{cm},50$ sur la face postérieure : le diamètre latéral de la face articulaire est de 5^{cm}. Elle possède sur la face antérieure, de chaque côté à 1^{cm} de son bord inférieur, et à 2^{cm} de l'extrémité terminale, les deux trous vasculaires larges de 1^{mm} dans lesquels pénètre l'*artère unguéale préplantaire*, au fond de la scissure préplantaire.

La face plantaire est pourvue également, à $1^{cm},2$ de la face articulaire, et de chaque côté de la ligne médiane d'un trou sous-plantaire, dans lequel s'enfonce l'artère unguéale plantaire formant *l'anastomose semi-lunaire* avec celle du côté opposé « d'où « les rameaux ascendants s'irradient dans la trame spongieuse « de la troisième phalange et viennent comme autant de ra- « cines chevelues s'échapper par les nombreuses ouvertures de « sa face antérieure. (H. Bouley.) »

L'extrémité unguéale est, en outre, percée d'un nombre d'orifices vasculaires plus petits à l'endroit où nous avons vu pénétrer les premiers vaisseaux.

En résumé, les observations précédentes montrent qu'au

moment de la vascularisation de l'extrémité cartilagineuse et ensuite de son ossification, le rapport de la portion cartilagineuse à la portion ossifiée est bien différent chez l'homme et le singe d'un côté, chez les autres mammifères de l'autre. En prenant pour unité la hauteur de la portion cartilagineuse, on voit que celle-ci est à la diaphyse comme il suit :

Enfant de trois ans..........	$\frac{1}{5}$	Fœtus de porc de 16cm.......	$\frac{1}{2}$
— de cinq ans..........	$\frac{1}{5}$	— — 20cm.......	$\frac{1}{2,33}$
Fœtus de gibbon.............	$\frac{1}{4}$	— — 27cm.......	$\frac{1}{2,5}$
Jeune macaque..............	$\frac{1}{5,11}$	— mouton de 28cm.......	$\frac{1}{3}$
Chien d'un mois.............	$\frac{1}{3,33}$	— — 34cm.......	$\frac{1}{4}$
Chat à la naissance..........	$\frac{1}{2,14}$	— cheval de 9cm.......	$\frac{1}{0,71}$
Tigre à la naissance..........	$\frac{1}{3,33}$	— — 18cm.......	$\frac{1}{1,6}$
Fœtus de lapin..............	$\frac{1}{2}$	— — 38cm.......	$\frac{1}{1,7}$
Lapin à la naissance.........	$\frac{1}{1,25}$	— — 70cm.......	$\frac{1}{2,12}$

Chez tous ces animaux, l'extrémité cartilagineuse étant vasculaire au moment de son ossification, il n'y a donc que la longueur de la portion ossifiée qui soit plus considérable chez l'homme et le singe que chez les autres mammifères. Chez les premiers, la diaphyse est d'une telle étendue que les vaisseaux nourriciers venant principalement du sommet, ne semblent pouvoir suffire à l'ossification de l'extrémité articulaire. Chez les autres, au contraire, le point primitif est peu étendu, la distance de l'entrée des vaisseaux nourriciers est moindre, de façon que le sang arrive facilement au bout supérieur de la diaphyse et que l'extension de l'ossification est rapide du côté du cartilage vasculaire. A ce fait, il convient d'ajouter que chez les ruminants et les solipèdes plusieurs gros troncs vasculaires viennent pénétrer dans la portion supérieure de la diaphyse ossifiée et fournir un renfort de matériaux nutritifs. C'est ainsi que s'explique probablement l'ossification de la portion cartilagineuse articu-

laire par simple extension du point primitif chez tous les mammifères, sauf l'homme et le singe.

Nous pouvons invoquer un autre argument en faveur de cette explication : chez l'homme et le singe, le système vasculaire de l'extrémité cartilagineuse de la phalangette reste indépendant de celui de la diaphyse jusqu'à la disparition du cartilage synchondral; chez les autres mammifères, au contraire, les vaisseaux qui y ont pénétré à travers le périchondre s'anastomosent de bonne heure avec ceux de la diaphyse. C'est ainsi qu'on peut se rendre compte comment, chez ces derniers animaux, l'ossification continue à avancer rapidement à partir du point primitif, de telle façon que chez le chien de deux mois, chez le fœtus de porc de 27^cm^, chez celui du mouton de 34^cm^, le rapport des deux portions commence à se rapprocher de ce qu'on observe chez l'homme, alors seulement que l'épaisseur du cartilage articulaire est trop faible pour donner lieu à un point d'ossification complémentaire. En d'autres termes, en ce moment-là, la phalangette est près de la fin de son ossification complète. (Comparer fig. 20, 21, 23.)

Signalons en terminant cette étude de la marche de l'ossification, deux faits d'une importance secondaire que nous avons trouvés d'une façon constante :

1° Chez les animaux pentadactyles, la direction et la situation du conduit nourricier du premier segment du pouce sont les mêmes que pour les premières phalanges; ce résultat concorde avec les faits de développement du même segment cartilagineux et de la marche de son ossification.

2° Chez les solipèdes, contrairement à ce qui se passe chez les ruminants (*deux* trous nourriciers à l'os canon et *deux* points d'ossification primitifs) l'existence constante d'un trou nourricier *unique* dans l'os canon et d'un point primitif *unique* dans ce segment, ainsi que dans les trois phalanges, vient à l'appui des autres faits de développement et milite en faveur de l'opinion que le doigt unique des solipèdes ne représente réellement qu'un seul rayon digital. Il n'est donc pas le résultat de la soudure de deux métacarpiens ou métatarsiens. Il en est de même pour les segments suivants. Les métacarpiens et les métatarsiens latéraux sont seuls les représentants de deux doigts incomplètement développés.

IX. — Du squelette des extrémités en général.

Connaissant les faits de développement que nous offre l'évolution des pièces cartilagineuses et osseuses chez les divers animaux que nous avons considérés, nous sommes dès à présent à même de voir de quelle façon ils s'accordent avec les théories qu'on a émises sur l'extrémité terminale des mammifères. C'est fondé sur les lois du développement, sur la forme des pièces squelettiques et leurs analogies que nous nous permettrons de donner notre opinion sur cette question, suivant l'exemple et le précepte d'Aristote (*Histoire des animaux*, traduction de Barthélemy Saint-Hilaire. Paris, 1883, t. I. Préface, p. cxv). Selon Aristote, en effet, « on ne doit vouloir expliquer « les faits qu'après leur observation préliminaire. La science « est tenue de constater d'abord la réalité : et ce n'est qu'ensuite qu'elle peut se demander pourquoi et en vue de quelle « fin les choses sont telles qu'elles sont. Vingt fois, Aristote est « revenu avec insistance sur ce principe indispensable ; il l'a « perpétuellement opposé aux théories prématurées et téméraires des philosophes, ses devanciers, qui se sont presque « toujours perdus en se flattant vainement de pouvoir remonter « à l'origine des choses. Au lieu de faire des tentatives inutiles « pour savoir ce qui a été, ils auraient dû s'enquérir de ce qui « est actuellement. »

Aristote s'est borné, comme nous l'avons vu, à constater le nombre de doigts qui terminent les extrémités des mammifères ; Buffon, Cuvier et les observateurs qui les ont suivis se sont contentés également de l'étude des faits. Plus tard seulement, on a émis des hypothèses qui peuvent se résumer dans les deux théories que nous avons exposées : l'unité de plan dans la création ou bien la descendance d'une souche commune.

Joly et Lavocat (1) concluent de leurs études que, non seulement chez les animaux pentadactyles, mais chez tous les mammifères (didactyles ou monodactyles), chacune des rangées du carpe est formée de cinq os, suivis de cinq métacarpiens ou métatarsiens, puis de cinq doigts.

(1) Joly et Lavocat *Étude d'anatomie philosophique sur la main de l'homme*. Toulouse, 1852.

Chauveau et Arloing ont adopté les conclusions de Joly et de Lavocat, et, dans leur traité devenu classique de l'*Anatomie comparée des animaux domestiques,* ils ont ramené tous ces animaux au type ou archétype pentadactyle.

D'un autre côté, les transformistes et Gegenbaur en particulier (*loc. cit.*), en partant de sa forme primitive (*archipterygium*) arrivent par une autre voie à des résultats identiques en tous points pour expliquer les mammifères *transformés* actuels.

Examinons d'abord la théorie au point de vue des mammifères évidemment pentadactyles, l'homme et le singe.

Comme il n'y a que huit os au carpe chez l'homme, ils ont supposé, pour parfaire les cinq rayons digitaux complets, que le scaphoïde, ainsi que l'os crochu, résultent chacun de la soudure ou fusion de deux pièces carpiennes primitives.

On peut admettre que le scaphoïde résulte de la soudure de deux pièces cartilagineuses primitives, puisque le central se soude à cet os, là où il ne persiste pas. Regardons un moment le pisiforme comme un os carpien, pour compléter le nombre cinq de la rangée carpienne supérieure; il reste la rangée inférieure, formée de quatre pièces cartilagineuses. MM. Joly et Lavocat supposent que le cinquième segment carpien s'est soudé avec l'os crochu. Or, jamais nous n'avons pu observer l'origine double de l'unciforme en examinant les cartilages du carpe dès leur apparition ; pas plus que deux points d'ossification dans ce segment, et nous ne sachions pas qu'on ait jamais constaté pareil fait.

Nous faisons remarquer néanmoins que le pisiforme, au lieu d'être un véritable os carpien, est regardé aujourd'hui par la majorité des anatomistes comme un os hors de rang, un sésamoïde développé dans le tendon du cubital antérieur. En relation avec le pyramidal de la rangée supérieure du carpe chez les animaux pourvus de cinq doigts, il est situé chez les solipèdes au-dessus et en arrière du carpe; il se trouve, chez eux, en rapport avec le semi-lunaire et le radius et sert principalement de surface de glissement au tendon d'un muscle fléchisseur. Chez les ruminants, il est sans relation aucune avec le carpe. En outre, son développement par deux points d'ossification chez le chien, sa structure chez le lapin adulte rappelle le fait

si souvent cité des chrysochlores (Gervais, *loc. cit.*), animaux fouisseurs de l'Afrique, chez lesquels le pisiforme devient un os long, atteignant les dimensions des os ordinaires de l'avant-bras et s'articulant à la fois avec le carpe et le condyle externe de l'humérus.

Ces réserves faites, les quatre rayons digitifères chez l'homme, le singe, les carnassiers, les rongeurs, sont composés, au membre antérieur, chacun d'un métacarpien suivi de trois phalanges. Il y a similitude de développement entre ces segments, tant pour l'apparition du nodule cartilagineux primitif chez l'embryon, que pour les rapports des points d'ossification primitifs et complémentaires. Rappelons toutefois que la troisième phalange offre chez l'homme et le singe une différence d'évolution que nous avons fait ressortir plus haut.

Soit qu'on se place au point de vue de l'archétype imaginé par Joly et Lavocat et leurs imitateurs, soit que l'on considère la forme primitive pentadactyle de Gegenbaur (archipterygium), on n'observe jamais ni chez l'embryon, ni chez le fœtus, ni chez l'adulte, deux rangées carpiennes complètes de cinq pièces chacune; mais chez tous ces mammifères pentadactyles, le carpe est suivi de quatre rayons digitifères de développement et de composition identiques.

Passons maintenant à l'examen du rayon interne ou pouce.

Le pouce, selon les auteurs précédents, formé seulement de trois segments, aurait cette constitution grâce à la coalescence du métacarpien pollicial avec la première phalange de ce rayon.

En d'autres termes, le premier segment serait constitué par un métacarpien rudimentaire et par la première phalange du pouce. Chacun posséderait un point osseux distinct, se soudant plus tard.

Joly et Lavocat (1) voient dans la soudure de la première phalange polliciale avec le véritable métacarpien, dont la forme est épiphysaire, un exemple de la *loi des balancements organiques*. Mais pourquoi alors envisager la première phalange des autres doigts comme un seul segment, son développement étant de tous points identique à celui du premier segment du pouce?

(1) Académie des Sciences, 8 juin 1857.

C'est tout simplement substituer des vues de l'esprit à des faits d'anatomie générale observés et annoncés plus de vingt ans auparavant par des savants tels que Meckel (voir plus loin).

Que nous enseignent les lois du développement ? Nous avons vu que chez les embryons très jeunes, le tubercule qui représente le pouce apparaît en même temps que les phalanges, après que les métacarpiens externes ont déjà pris leur forme ; que plus tard chez l'homme, les carnassiers et les rongeurs, le point d'ossification primitif du premier segment du pouce en est au même stade que celui des premières phalanges des quatre doigts externes. Ensuite, le point d'ossification complémentaire du premier segment apparaît à sa base et non à l'extrémité inférieure.

Sa forme, en dernier lieu, à l'état adulte, est plutôt celle d'une première phalange que d'un métacarpien. Chez l'homme, en particulier, il n'a aucun trait commun avec les métacarpiens et participe des caractères des premières phalanges. Sappey fait même remarquer (*loc. cit.*, p. 391) « qu'au devant de la « face articulaire inférieure existent deux petites saillies qui « sont les analogues des condyles des phalanges. »

Il nous semble que ces raisons sont plus que suffisantes pour faire du premier segment du pouce une première phalange. Déjà Galien (*Galeni opera omnia,* éd. Kühn, 1821, t. II, p. 771) a considéré, à l'encontre d'Aristote et de Celse, que le premier métacarpien ne représentait que la première phalange du pouce. Cuvier, quoique admettant en général la dénomination de premier métacarpien dans ses descriptions, semble avoir été frappé de cette analogie de forme quand il écrit (*Anatomie comparée,* 2e édition, t. I, p. 424) : « Quant à la deuxième rangée des os « du poignet, deux sont articulés avec le scaphoïde. Ce sont le « trapèze qui *supporte la première phalange du pouce* ; il a « une éminence saillante en dedans de la main ; et le trapézoïde, lequel s'articule avec l'os métacarpien de l'index. » Nous donnons le passage tout entier pour montrer la pensée de l'auteur.

Meckel, que nous avons déjà eu l'occasion de citer à propos du point d'ossification complémentaire dont il a signalé la position, aussi bien chez l'homme que chez les mammifères, dit que « les os en question font, d'une manière remarquable, le

« passage des os métacarpiens et métatarsiens aux phalanges « des orteils ; passage qui est aussi indiqué quelquefois, pen- « dant toute la durée de la vie, par leur volume considérable, « par leur forme et leurs mouvements plus libres. »

Rambaud et Renaut (*loc. cit.*) regardent également, d'après le développement, le premier segment du pouce comme une première phalange. Fort de l'opinion de ces auteurs et de l'évidence des faits, nous pouvons considérer le pouce comme un rayon digitifère pourvu de trois phalanges et manquant, chez les animaux que nous avons examinés, constamment d'un segment qui est le métacarpien. Bien plus, chez les rongeurs, tels que le lapin, où le pouce est peu développé, la première phalange subit un arrêt de développement, marqué par l'absence de son point d'ossification complémentaire, le point d'ossification primitif suffisant par son extension à constituer tout le segment. Chez le cochon d'Inde il n'y a plus, à l'état fœtal, qu'un seul segment, et chez l'adulte un osselet suivi de deux nodules cartilagineux sans cavité articulaire intermédiaire.

Il ressort de tous ces faits que chez les animaux pentadactyles les plus parfaits il existe, au membre antérieur, quatre rayons digitifères faisant suite au carpe et composés d'un métacarpien suivi de trois phalanges, et un cinquième rayon interne constitué uniquement par trois phalanges. Il y a cinq doigts parfaits, si l'on réduit la composition du doigt à trois phalanges ; mais on n'observe, dans les conditions normales, que quatre métacarpiens faisant suite directement à l'axe du membre. Le pouce est surajouté, et c'est, en effet, lui qui manquera le premier dès que l'animal ne se servira plus de son membre antérieur que comme organe de locomotion.

Nos conclusions semblent confirmées par l'aveu suivant de Joly et Lavocat, qui disent, en réponse à une critique de M. Gervais (*Mém. de l'Académie de Toulouse*, 1853) : « Nous n'avons jamais affirmé l'existence réelle de *cinq doigts* chez tous les mammifères, mais nous avons prétendu démontrer leur existence *virtuelle chez tous*, et seulement chez eux. »

Les considérations que nous venons d'exposer à propos du membre antérieur nous dispensent de passer en revue tous les faits de développement et de structure prouvant que la partie terminale du membre postérieur n'est pas non plus formée de cinq

doigts parfaits dans le sens défini par MM. Joly et Lavocat. Nous nous bornerons à indiquer en quelques mots que les faits de développement ne concordent guère avec les analogies qu'on a cru pouvoir établir entre le membre antérieur et le membre postérieur. Vic d'Azyr, de Blainville, Flourens, Joly et Lavocat, Martins, ont étendu l'étude de la comparaison des extrémités à tous leurs segments. Les analogies sont plus ou moins évidentes pour les métacarpiens et les métatarsiens ainsi que pour les phalanges. Elles sont plus obscures pour le carpe et le tarse.

Pour la première rangée, par exemple, Joly et Lavocat, puis Sappey, considèrent, en vertu du principe des connexions, le scaphoïde comme répondant au scaphoïde du pied :

Le semi-lunaire.................		A l'astragale.
Le pyramidal.... Le pisiforme.....	Ensemble....	Au calcanéum.

Pour la seconde rangée :

Le trapèze......................	au	1er cunéiforme.
Le trapézoïde....................	—	2e cunéiforme.
Le grand os......................	—	3e cunéiforme.
L'unciforme.....................	—	Cuboïde.

On est cependant loin d'être d'accord sur ces analogies ; de Blainville, par exemple, regardait l'astragale comme représentant le scaphoïde de la main ; Gervais (*loc. cit.*) pense qu'il répond peut-être au scaphoïde et au semi-lunaire à la fois; cependant, comme il le fait remarquer, on n'a pas encore reconnu les deux noyaux d'ossification dont il serait alors composé. En outre, de Blainville assimilait le naviculaire au pyramidal de la main et le calcanéum au semi-lunaire et au pisiforme.

En faisant appel à la loi du développement et en passant sous silence l'opinion des anatomistes qui considèrent le pisiforme comme un os hors de rang, un os sésamoïde appartenant au tendon du cubital antérieur, voyez combien est sujette à caution la conception précédente, qui assimile le calcanéum à la fusion du pisiforme et du pyramidal, ces deux derniers soudés au pied et libres à la main.

« Il résulte de ces considérations, dit Gervais (*loc. cit.*), que, si l'astragale répond au scaphoïde et la partie protarsienne du calcanéum au pyramidal, le semi-lunaire reste sans analogue au

tarse, à moins que l'astragale ne réponde à la fois au semi-lunaire et au scaphoïde. »

L'astragale, nous l'avons vu, et le naviculaire sont représentés chez l'embryon et le fœtus par un seul cartilage, et plus tard chacun d'eux ne montrera qu'un seul point d'ossification. Chez le chien, l'analogie de développement et de texture du pisiforme avec le calcanéum; la texture du pisiforme et du calcanéum, qui est celle d'un os long chez le lapin; tels sont les deux faits que la théorie des connexions a omis et qui empêcheront peut-être les théoriciens futurs d'assimiler le pisiforme à la partie achilléenne du calcanéum.

Pourquoi vouloir expliquer tout cela par la loi de répétition « qui serait le principe de la composition animale? » On ne saurait trop méditer ces paroles de Cuvier (*loc. cit.*, p. 342) :

« Ici, comme dans toutes ses autres productions, la nature « s'est bornée à employer des moyens semblables pour ce que « ses buts avaient de semblable, et elle n'a point hésité à les « varier toutes les fois que ses buts avaient quelque chose de « différent et conformément à ces différences. . . . . .

« Il ne s'agit nullement, dans les ressemblances des extrémi- « tés, d'une vaine loi de répétition que leurs différences réfutent « suffisamment; c'est par cette facilité à généraliser sans exa- « men des propositions, qui ne sont vraies que dans un cercle « étroit, que l'on est arrivé à l'établir. Ces ressemblances et ces « différences sont également déterminées, non par la loi de ré- « pétition, mais par la grande et universelle loi des concor- « dances physiologiques et de la convenance des moyens avec « le but. »

Qu'on veuille se rappeler la constitution du tarse chez le rat, d'un côté, chez le cochon d'Inde de l'autre, le premier ayant cinq rayons digitifères et le second trois seulement; que l'on considère, chez l'un et l'autre, le nombre de pièces tarsiennes, plus grand que chez l'homme, le singe et les carnassiers, et l'on avouera qu'il y a au fond de cette disposition autre chose qu'un souvenir ancestral ou une loi de répétition. En étudiant et en comparant le développement des pièces cartilagineuses composant l'extrémité antérieure des divers mammifères, nous en avons déduit la loi de l'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés. Il nous semble que dans

la comparaison de l'extrémité antérieure et de l'extrémité postérieure, c'est la même loi qui règle et détermine les différences squelettiques de l'une à l'autre. Du plus ou moins grand nombre de pièces paraît dépendre le plus ou moins de solidité ou de mobilité nécessaire aux usages des parties.

Bien que Gœthe le premier ait imaginé, en ostéologie, un modèle général, un type virtuel d'organisation, qui n'est réalisé nulle part, mais auquel nous pouvons rapporter, pour la facilité des descriptions, toutes les formes connues, il n'a jamais regardé cette conception de notre intelligence comme ayant eu une existence réelle. Bien plus, à plusieurs reprises (édit. 1876. Stuttgart, vol. II, p. 616), il a réagi contre ces idées préconçues : « Les hypothèses, dit-il, « sont des berceuses que le maître chante à « ses élèves pour les endormir ; l'observateur scrupuleux, qui « pense, arrive à reconnaître qu'il ne peut franchir certaines « limites ; il voit que plus le savoir s'étend, plus les problèmes « deviennent nombreux. »

La théorie pentadactyle restreinte dans de telles limites pour les mammifères possédant cinq doigts, n'est guère appliquable aux porcins ni aux ruminants, ni aux solipèdes. Chez les deux premiers groupes, toutes les pièces du carpe, du tarse et des régions suivantes se développent comme chez les animaux que nous venons de passer en revue. Le petit volume du trapèze et sa position chez le porc nous font comprendre l'atrophie du pouce, et, dans les cas de monstruosité, il serait du plus haut intérêt de noter la grandeur et les connexions du trapèze, parce qu'en vertu de la subordination des pièces externes aux internes, il serait facile d'expliquer la présence du rayon pollicial sans avoir recours à une forme ancestrale hypothétique et non vérifiable. Les quatre autres doigts existant chez les porcins ont d'ailleurs un squelette complet.

Quant aux ruminants, le trapèze faisant défaut constamment chez le bœuf et le mouton, il n'existe pas trace de cinquième doigt.

L'os canon résulte de la soudure des deux métacarpiens ou métatarsiens principaux ; les accessoires s'atrophient, et il ne reste des deux doigts latéraux que deux osselets formant le squelette de l'ergot.

Chez les solipèdes, le trapèze est loin d'exister toujours. En

ce qui concerne le grand os dont on a voulu faire un segment double, il apparaît comme cartilage unique, ne montrant qu'un seul point d'ossification. Son volume considérable est en rapport avec le développement du métacarpien qui lui fait suite. Tous ces faits concordent avec ceux que nous a offert l'évolution des mêmes parties chez les autres mammifères. Les trois métacarpiens apparaissent comme trois pièces cartilagineuses uniques ; plus tard chacun d'eux ne montre qu'un seul point d'ossification primitif ; celui du milieu seulement sera pourvu de deux points d'ossification complémentaires, un pour l'extrémité supérieure et l'autre pour l'extrémité inférieure.

S'il existe un point d'ossification complémentaire pour l'épiphyse supérieure du métacarpien et du métatarsien, ainsi que pour l'épiphyse inférieure des deux premières phalanges, il n'est guère possible d'expliquer ce fait autrement que par la nécessité d'une ossification très rapide ou par le grand volume de chacun de ces segments. Quant aux métacarpiens latéraux, ils manquent constamment d'épiphyse inférieure et de phalanges. La châtaigne et l'ergot, qu'on a voulu assimiler à des rayons atrophiés, sont privés de squelette cartilagineux ou osseux, à n'importe quel moment qu'on les considère. Les solipèdes n'ont par suite qu'un seul doigt complet, plus deux métacarpiens ou métatarsiens accessoires.

Quelque ingénieuses que soient, quelque satisfaisantes au point de vue de l'anatomie philosophique que paraissent être l'une et l'autre théorie du squelette, l'observation scrupuleuse nous force à déclarer qu'elles ne répondent pas à la réalité des choses. Elles méconnaissent les lois du développement ; mieux étudiées, étendues à un grand nombre d'êtres organisés, les lois d'évolution, spéciales à chaque groupe, modifieront profondément, nous en sommes persuadé, les conceptions actuelles sur l'ensemble du règne animal.

X. — Des sésamoïdes.

Nous complétons l'étude de l'extrémité digitale chez les mammifères par l'examen des os dits *sésamoïdes*. D'une façon générale, ce sont *des pièces osseuses*, constantes du côté de la flexion aux articulations métacarpo-phalangiennes et aux articulations phalango-phalangettiennes. Chez les quadrupèdes, ces os existent

au nombre de deux à l'articulation métacarpo-phalangienne et métatarso-phalangienne de chaque doigt, mais il n'y en a qu'un seul à l'articulation phalango-phalangettienne. A l'articulation de la première phalange avec la seconde, nous n'avons jamais observé de sésamoïde osseux. Après Soemmering et Albinus, c'est Gillette (*Des os sésamoïdes chez l'homme*, Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1872, p. 506) qui a fait une très belle étude des os sésamoïdes chez l'homme (voyez ce travail pour l'indication des auteurs cités). Il les divise en péri-articulaires et en intratendineux. Les os sésamoïdes péri-articulaires les plus constants sont ceux qu'on rencontre entre le premier et le second segment du pouce et du gros orteil. Puis viennent par ordre de fréquence, l'os sésamoïde phalango-phalangettien du pouce et du gros orteil, ceux de l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index et de l'auriculaire. Mais ordinairement ils manquent aux articulations des quatre doigts externes de la main et du pied.

Les os sésamoïdes des autres mammifères n'ont pas été le sujet d'une étude aussi complète. S. G. Ilg. (*Anatomische Monographie der Sehnenrollen und Sesambein beim Menschen u. Thieren.* Prague, 1823, in-4), Chauveau et Arloing (loc. cit.), les décrivent chez un certain nombre d'animaux domestiques. Lavocat (*Construction des extrémités des Membres.* Revue des Sciences naturelles, septembre 1880) résume de la façon suivante nos connaissances sur les sésamoïdes : « Les pachydermes, le porc « et le sanglier, par exemple, sont pourvus de sésamoïdes bien « prononcés : deux supérieurs et un inférieur, à chacun de « leurs quatre doigts ».

Chez les ruminants, les sésamoïdes sont gros : il y en a deux supérieurs et un inférieur, à chacun des deux grands doigts.

« Ils sont plus forts dans les chevaux, dont le doigt principal « porte deux sésamoïdes supérieurs et un inférieur.

« Dans les carnassiers et les rongeurs, tels que les chiens, « les chats, le lièvre, etc., les sésamoïdes supérieurs sont moins « gros, mais encore doubles à chacun des quatre premiers « doigts de la main et du pied. Suivant le développement du « pouce, le sésamoïde supérieur est double à la main chez le « lion et le tigre, etc., simple dans le chat, le chien, etc., nul

« au pied de ces mêmes animaux, ainsi qu'à la main du lièvre,
« du lapin, etc.

« Quant aux sésamoïdes inférieurs, ils sont remplacés dans
« les carnassiers et les rongeurs par une saillie postérieure de
« la troisième phalange ».

Huxley signale, en outre (*Éléments d'anatomie comparée des animaux vertébrés*, p. 430) que chez le chien, tous les extenseurs profonds ont des os sésamoïdes au-dessus des articulations métacarpo-phalangiennes.

Quant à leur mode de développement et à l'époque de leur apparition, nous n'avons pu trouver aucun renseignement dans les auteurs. Pour l'homme, Gillette se borne à dire que les sésamoïdes constituent des os véritables qui proviennent d'un cartilage préexistant. Chez le fœtus et l'enfant nouveau-né, les os sésamoïdes ne seraient pas développés en tant qu'os véritables mais *la place de ces os est toujours marquée*... ; ce sont d'après cet auteur, les pressions, le frottement auxquels sont soumis les endroits où on les voit apparaître, qui jouent sans contredit un rôle dans leur formation.

Gillette n'a déterminé ni l'apparition des sésamoïdes à l'état cartilagineux, ni l'époque de leur ossification. Pour les quadrupèdes, personne que nous sachions, ne s'est occupé de ce sujet.

Avant d'entrer dans les détails, voyons quelles sont les conditions de développement des os sésamoïdes, la forme des surfaces articulaires accompagnées de ces pièces osseuses accessoires ?

Pour élucider cette question, nous avons examiné les articulations analogues des divers mammifères, nous avons comparé leur forme, et noté les conditions dans lesquelles nous avons constaté la présence ou l'absence des os sésamoïdes ou de disques fibreux remplissant les mêmes usages.

En observant les articulations métacarpo-phalangiennes et métatarso-phalangiennes des solipèdes, des ruminants, du porc, des carnassiers et des rongeurs, on trouve que la tête de chaque métacarpien ou métatarsien offre en dedans et en dehors une surface condylienne, séparée l'une de l'autre, non pas par une gorge simple, mais par une crête antéro-postérieure plus ou moins prononcée, selon le groupe animal. En d'autres termes, on n'est pas en présence d'une charnière simple, dite

ginglyme angulaire, par Winslow, trochlée, par les auteurs modernes; grâce à la crête antéro-postérieure, la surface articulaire est devenue une double poulie, une surface bitrochléenne. En outre, la surface articulaire ainsi constituée s'étend d'une façon notable en haut et en arrière sur la face postérieure du métacarpien ou du métatarsien.

En rapport avec la partie antérieure de cette surface, il existe du côté de la première phalange deux cavités glénoïdes latérales séparées par une gorge antéro-postérieure profonde qui est en relation avec la crête séparant les deux poulies.

Cette surface phalangienne est complétée en arrière par les ligaments sésamoïdiens inférieurs, situés à la face postérieure de la première phalange et se continuant directement avec les deux os sésamoïdes, allongés verticalement et concaves en avant, de façon à prolonger en arrière la surface phalangienne et à présenter une surface articulaire à la portion postérieure de la tête du métacarpien ou du métatarsien.

Cette disposition nous permet de comprendre comment, chez ces animaux, ces articulations bitrochléennes ne se meuvent que dans un seul axe (mouvements de flexion et d'extension).

Un singe macaque (cynomolgus) que nous avons examiné, nous a présenté une conformation analogue des surfaces articulaires et par conséquent deux sésamoïdes pour chaque doigt.

Un fœtus de gibbon, au contraire, offre au premier segment du pouce aussi bien que sur les quatre métacarpiens et métatarsiens externes, une surface articulaire où le condyle interne (radial ou tibial) s'allonge en arrière, tandis que le condyle externe manque de ce prolongement. Aussi n'avons-nous trouvé dans ces articulations qu'un seul sésamoïde en rapport avec l'apophyse articulaire interne.

Chez l'homme, Gillette a montré que les conditions sont les mêmes; le premier segment du pouce ou du gros orteil possède seul une double poulie en rapport avec deux sésamoïdes; il fait remarquer également (*loc. cit.*, p. 518) que l'os sésamoïde unique de l'index est en rapport avec l'apophyse articulaire interne ou radiale du métacarpien correspondant et l'os analogue de l'auriculaire avec le prolongement ou condyle externe de l'auriculaire.

Si les deux doigts du milieu chez l'homme, la partie externe

de l'index, la partie interne de l'auriculaire, manquent de sésamoïdes, ainsi que la portion externe ou cubitale des articulations métacarpo-phalangiennes ou métatarso-phalangiennes du gibbon, c'est que la tête articulaire forme un condyle ou plutôt une tête articulaire, à laquelle correspond une seule cavité glénoïde du côté de la première phalange. En d'autres termes, chez le gibbon et chez l'homme, cette articulation n'est plus une double trochlée, mais représente une *énarthrose* incomplète, jouissant de tous les mouvements (flexion, extension, latéralité, circumduction, rotation).

En dehors des articulations métacarpo et métatarso-phalangiennes, il existe un os sésamoïde constant à l'articulation de la deuxième phalange avec la troisième chez les solipèdes, les ruminants et le porc. Malgré l'assertion contraire de M. Lavocat, nous avons trouvé également, comme nous le verrons plus loin, un os sésamoïde inférieur chez le lapin, le cochon d'Inde et le rat.

L'extrémité inférieure de la deuxième phalange présente deux condyles latéraux et une gorge médiane profonde, c'est-à-dire une poulie qui se prolonge considérablement sur la face postérieure de la deuxième phalange. La portion antérieure de la poulie est en rapport avec la surface articulaire de la troisième phalange, offrant deux cavités glénoïdes séparées par une crête antéro-postérieure, tandis que la portion postérieure s'appuie sur la face articulaire du sésamoïde qui a une configuration analogue à celle de la surface articulaire de la troisième phalange.

Cette trochlée permet deux mouvements principaux : la *flexion* et l'*extension*, plus quelques légers mouvements latéraux.

Quant aux carnassiers, M. Lavocat avance que le sésamoïde inférieur y est remplacé par la saillie postérieure de la troisième phalange. Cependant Chauveau et Arloing remarquent (*loc. cit.*, p. 209) que la surface articulaire de la troisième phalange est complétée par un fibro-cartilage glénoïde jouant le rôle de sésamoïde. Cette interprétation nous paraît être d'une justesse parfaite. L'examen nous montre en effet qu'en arrière de l'extrémité inférieure de la deuxième phalange, il existe chez le chien un épaississement fibreux dont la forme et les connexions sont les mêmes que le sésamoïde inférieur des solipèdes, etc. Il

est situé en avant du tendon du perforant; il est fixé sur la saillie de la troisième phalange; il est rattaché de chaque côté par un ligament à la dépression circulaire qui existe sur la face latérale de la poulie articulaire. Il a une épaisseur de 2^{mm} chez le chien adulte, sur une longueur et une largeur de 5^{mm}. Il présente une surface articulaire offrant, comme le sésamoïde des autres quadrupèdes, deux petites cavités glénoïdes et une saillie antéro-postérieure correspondant à la portion postérieure de la poulie de la deuxième phalange.

L'assimilation de cet épaississement fibreux à un sésamoïde est corroborée par l'examen de l'articulation de la première et de la deuxième phalange chez les solipèdes, les ruminants, etc. Ici nous trouvons une trochlée analogue, mais moins étendue postérieurement, et la surface articulaire de la deuxième phalange est complétée également par un disque fibreux qui, chez le poulain à la naissance, atteint déjà une hauteur de 1^{cm} sur une épaisseur de 1^{mm}.

Moins les trochlées sont accentuées, plus nous voyons diminuer ces épaississements fibreux entre les articulations phalangiennes. Tel est le cas de certains carnassiers (chat, tigre), des singes et de l'homme. Le pouce et le gros orteil de ces derniers (singe et homme) font exception par le volume plus considérable des surfaces articulaires et par le sésamoïde à peu près constant qui se développe à la place du disque fibreux. A cette configuration spéciale correspondent chez ces animaux des mouvements latéraux manifestes pour les troisièmes phalanges.

Quels sont les usages des os sésamoïdes? Selon Gillette, ils servent : 1° à protéger les articulations qui ont à supporter les pressions les plus fortes; 2° à protéger les tendons qui glissent à leur niveau; 3° à opérer la transformation des mouvements.

La plupart des auteurs leur attribuent en outre le rôle de servir de poulies de renvoi pour les tendons fléchisseurs. Il nous semble, qu'en augmentant notablement la surface articulaire, non seulement ils limitent les mouvements à des mouvements de flexion et d'extension, mais encore ils ont principalement l'office de transformer la cavité phalangienne en une surface articulaire brisée au niveau des ligaments sésamoïdes inférieurs, qui, grâce à leur résistance et à leur flexibilité, préviennent les

ruptures plus aisément que si toute la cavité articulaire était formée d'une pièce osseuse unique.

XII. — Époque de la formation : 1° des cartilages sésamoïdes ; 2° de leur ossification.

Sur le gros orteil, entre le premier et le deuxième segment d'un fœtus humain long de $\frac{9^{cm}}{12}$, les deux sésamoïdes existent déjà à l'état de deux nodules cartilagineux hauts de $0^{mm},480$, et d'un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},180$. Nous n'avons pas pu apercevoir encore celui de l'articulation de la deuxième et de la troisième phalange.

Sur un fœtus de $\frac{12^{cm}}{19}$, les sésamoïdes postérieurs ont une hauteur de 1^{mm}, et un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},75$. Le sésamoïde antérieur a en tous sens $0^{mm},4$ de diamètre. Sur la main d'un enfant de six ans et demi, les sésamoïdes sont cartilagineux.

Sur un sujet de seize ans, le sésamoïde de l'auriculaire et de l'indicateur, d'une épaisseur de $2^{mm},5$, avait son axe occupé par un point osseux de 6^{mm} de diamètre.

Le fœtus de gibbon de six mois présente au pied, entre le premier et le second segment du gros orteil, sur le bord interne (tibial), ainsi qu'à la partie correspondante des quatre articulations métatarso-phalangiennes, un sésamoïde atteignant un diamètre de 1^{mm}. Son centre est formé de cartilage hyalin et sa circonférence de fibro-cartilage. Il en existe un également à l'articulation des deux dernières phalanges du gros orteil. Il a une longueur de $0^{mm},5$. Mais les autres orteils en sont dépourvus à cet endroit.

A la main du même fœtus, nous avons rencontré deux sésamoïdes entre le premier et le second segment du pouce et un antérieur entre les deux dernières phalanges. Quant aux quatre doigts externes, les articulations métacarpo-phalangiennes seules possèdent un sésamoïde cartilagineux de $0^{mm},5$ de diamètre sur le bord radial de chacune.

Un jeune macaque (*macacus cynomolgus*), dont les dimensions des doigts sont les suivantes : pouce 2^{cm}, index 3^{cm}, médius $4^{cm},2$, annulaire 4^{cm}, auriculaire $3^{cm},5$, offre un seul sésamoïde long et large de 1^{mm}, situé au milieu de l'articulation du premier avec le second segment du pouce. Il n'en existe pas entre

la seconde et la dernière phalange du pouce; cette disposition nous semble tenir à la faiblesse de ce dernier, les autres doigts possédant deux sésamoïdes à chaque articulation métacarpo-phalangienne (fig. 82).

Au pied, le gros orteil offre deux sésamoïdes, l'interne de 1^{mm}, l'externe de $0^{mm},5$. Les autres doigts, en possèdent également deux de 1^{mm} de diamètre chacun à chaque articulation métatarso-phalangienne.

Nous n'en avons pas observé aux derniers articles du pouce, ni sur les autres orteils.

Tous ces sésamoïdes étaient cartilagineux et non vasculaires, quoique les points d'ossification complémentaires eussent apparu dans les métacarpiens, les métatarsiens et les phalanges.

Un macaque adulte nous a présenté les mêmes sésamoïdes, en nombre égal et aux mêmes endroits que le jeune, si ce n'est qu'ils étaient complètement ossifiés, long de 4^{mm}, et larges de $1^{mm},5$.

Nous nous occuperons d'abord du développement des sésamoïdes des articulations métacarpo et métatarso-phalangiennes, qui possèdent, comme nous l'avons vu deux sésamoïdes plantaires et un dorsal.

Sur un fœtus de chien de 6^{cm} de long, les sésamoïdes plantaires des quatre doigts externes sont représentés par des nodules cartilagineux, longs de $0^{mm},600$ et hauts de $0^{mm},300$. La cavité articulaire existe déjà entre eux et la tête du métacarpien ou du métatarsien correspondant.

Le sésamoïde dorsal s'aperçoit également sous la forme d'un amas de noyaux cartilagineux en arrière du tendon de l'extenseur commun des doigts.

Sur un fœtus de chien de 14^{cm}, le sésamoïde dorsal atteint déjà une largeur de $0^{mm},600$, sur une épaisseur de $0^{mm},200$. Les sésamoïdes plantaires et dorsal ne sont encore qu'à l'état de cartilage hyalin, quoique les épiphyses des métacarpiens, des métatarsiens et des phalanges soient déjà vasculaires (fig. 81).

Chez un chien de deux mois, les épiphyses sont ossifiées et les sésamoïdes plantaires hauts de 1^{cm}, et larges de 3^{mm}, sont à l'état ostéoïde. Le sésamoïde dorsal large de 4^{mm}, et épais de 1^{mm}, n'est encore que vasculaire.

Quant au pouce, il n'existe qu'un seul sésamoïde plantaire

entre le premier segment et le deuxième segment de ce rayon. Il parcourt les mêmes phases de développement que les autres sésamoïdes.

Il se développe également un sésamoïde dans le tendon extenseur du pouce chez le chien au-dessus de l'articulation du premier avec le deuxième segment. Chez le chien adulte, il est osseux et atteint 3^{mm} de long sur 2^{mm} de large et de 2^{mm} d'épaisseur.

Chez le chat, il n'y a que les sésamoïdes plantaires, déjà apparents sous forme de nodules cartilagineux sur le fœtus de 7^{cm} de long. Ils s'ossifient au second mois après la naissance : à cette époque ils sont larges de 5^{mm} et épais de $3^{mm},5$, et possèdent un point osseux central de $1^{mm},5$ de diamètre. Le pouce n'a, comme chez le chien, qu'un seul sésamoïde en arrière et en haut de la tubérosité de la deuxième phalange et s'ossifie à la même époque que les autres; une fois, nous avons trouvé un cartilage sésamoïde inférieur sur le pouce d'un jeune chien (fig. 21).

Sur un fœtus de rat, de 4^{cm} de long (près de la naissance), les quatre doigts externes sont pourvus chacun, à l'articulation métacarpo et métatarso-phalangienne de deux grands sésamoïdes cartilagineux, larges chacun de $0^{mm},180$ et réunis par un ligament long de $0^{mm},100$. Leur diamètre antéro-postérieur est de $0^{mm},180$, et leur diamètre longitudinal de $0^{mm},220$.

Le petit sésamoïde, qui existe aux quatre doigts externes entre la deuxième et la troisième phalange, est cartilagineux également et a un diamètre de $0^{mm},090$.

Sur un jeune rat, les grands sésamoïdes sont hauts de $0^{mm},6$, et ont un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},4$. Les petits sésamoïdes n'ont que $0^{mm},2$ de long et de large. Tous sont cartilagineux.

Faute de sujets d'un âge convenable, nous n'avons pas pu déterminer l'époque à laquelle les sésamoïdes cartilagineux s'ossifient.

Sur un rat adulte, les sésamoïdes sont des osselets longs de 1^{mm} sur $0^{mm},8$ de largeur et d'épaisseur. Il en existe deux au gros orteil entre le premier et le deuxième segment et un petit entre la deuxième et la troisième phalange, comme sur les autres doigts. Je n'en ai pas aperçu au pouce du membre antérieur, qui comme nous l'avons vu, est rudimentaire.

Sur un cabiai de 4^{cm} de long, il existe à chaque articulation

métacarpo et métatarso-phalangienne deux sésamoïdes cartilagineux, hauts de 0^{mm},480 et d'un diamètre antéro-postérieur de 0^{mm},300, et, à chaque doigt on remarque un petit sésamoïde de 0^{mm},5 de long et de large.

Sur un cochon d'Inde à la naissance, les grands sésamoïdes hauts de 2^{mm}, sur une largeur et une épaisseur de 0^{mm},600, possèdent chacun un point osseux au centre avec une bordure cartilagineuse de 0^{mm},120. Les petits sésamoïdes hauts et larges de 0^{mm},700, sur une épaisseur de 0^{mm},360, ne sont encore munis que d'un point ostéoïde.

Chez le fœtus de lapin de 6^{cm} de long, je n'ai pu constater la présence que des grands sésamoïdes, aux articulations métacarpo et métatarso-phalangiennes. Ils sont cartilagineux, hauts de 0^{mm},5, larges de 0^{mm},180 et épais de 0^{mm},120.

Chez le lapin, à la naissance, les grands sésamoïdes ne sont pas encore vasculaires; ils sont hauts de 1^{mm}, et épais de 0^{mm},5. Le petit sésamoïde existe à chaque doigt, il est long de 0^{mm},35 et épais de 0^{mm},25.

Sur le lapin âgé de dix-huit jours, les grands sésamoïdes sont hauts de 2^{mm} et épais de 1^{mm}, et possèdent un point ostéoïde central. Les petits sésamoïdes ne sont que vasculaires.

Sur un lapin de trente-trois jours, les grands sésamoïdes sont larges de 1^{mm},25 et épais de 1^{mm},25, et complètement ossifiés, sauf une mince bordure de 0^{mm},240. Les petits sésamoïdes hauts de 2^{mm}, larges et épais de 1^{mm} sont osseux, sauf un liséré périphérique cartilagineux de 0^{mm},300.

Les fœtus les plus jeunes de ruminants qui m'aient offert des cartilages sésamoïdes, sont ceux de veau de 7^{cm} et de mouton de 10^{cm} de long. Sur ce dernier, les grands sésamoïdes dont il existe deux pour chaque doigt, aux articulations métacarpo-phalangienne et métatarso-phalangienne, sont hauts de 0^{mm},600 et épais de 0^{mm},300. Il y en a un autre entre la deuxième et la troisième phalange de chaque doigt, épais de 0^{mm},240 et haut de 0^{mm},480. Tandis que la surface articulaire existe déjà entre les grands sésamoïdes et la tête du métacarpien ou du métatarsien, les petits sésamoïdes à cette époque sont encore réunis par du tissu lamineux à la tête de la deuxième phalange (fig. 41 et 42).

Le mouton à la naissance, chez lequel les points complémen-

taires épiphysaires sont déjà bien développés, les sésamoïdes supérieur et inférieur sont encore cartilagineux, quoique vasculaires. Sur un veau de trois semaines, au contraire, tous les sésamoïdes sont complètement ossifiés.

Il n'existe de sésamoïde à aucune période du développement sur les doigts rudimentaires du veau et du mouton.

Sur un chevreau de deux à trois semaines, nous avons eu l'occasion de constater que les grands sésamoïdes sont ossifiés, sauf une bordure de $1^{mm},5$. Les petits sésamoïdes ne possèdent à cette époque qu'un point osseux d'un diamètre de 2^{mm} entouré d'une couche cartilagineuse de 2^{mm} à 3^{mm}.

Chez le porc, par contre, les quatre doigts complets possèdent également chacun deux grands sésamoïdes et un petit.

Sur un fœtus de porc de 7^{cm} de long, je n'ai pu constater la présence des grands sésamoïdes que sur les deux doigts du milieu. Ils avaient une longueur de $0^{mm},600$ sur une épaisseur de $0^{mm},360$. Les grands sésamoïdes des doigts latéraux ainsi que tous les petits n'avaient pas encore paru.

Sur un fœtus de porc de 15^{cm} de long, tous s'étaient montrés, et à la naissance; ils étaient vasculaires. Faute de jeunes porcs, je n'ai pas pu déterminer l'âge auquel ils s'ossifient chez cet animal (fig. 51 et 59).

Sur le fœtus d'âne de 8^{cm} et sur celui de cheval de 9^{cm} de long où le squelette du doigt est cartilagineux sauf le point préosseux à l'extrémité de la phalangette, il existe à la partie postérieure de l'articulation métacarpo-phalangienne, deux nodules cartilagineux et un autre à la partie postérieure de la deuxième et de la troisième phalange. Les deux premiers représentent les grands sésamoïdes et le troisième le petit sésamoïde (fig. 58).

Les grands sésamoïdes ont à cette époque un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},540$, et sont hauts de $0^{mm},240$, à $0^{mm},300$. Le petit sésamoïde est haut de $0^{mm},600$ et a un diamètre antéro-postérieur de $0^{mm},360$.

Les grands sésamoïdes sont déjà séparés de la tête du métacarpien ou du métatarsien par une cavité articulaire, tandis que celle-ci n'existe pas encore entre la tête de la deuxième phalange et le petit sésamoïde. Sur un fœtus de cheval de 18^{cm}, la cavité articulaire existe au contraire entre ce dernier et la deuxième phalange.

Sur un fœtus de cheval de 38cm, les sésamoïdes commencent à devenir vasculaires. Sur un poulain de quinze jours, les grands sésamoïdes sont ossifiés, sauf une couche périphérique de 2mm d'épaisseur (fig. 59 et 60).

Le petit sésamoïde ne possède encore qu'un point ostéoïde central sur une étendue de 1mm.

Nous avons déjà appelé l'attention (p. 153) sur ce fait qu'il n'existe pas seulement de sésamoïdes, soit cartilagineux, soit osseux, destinés à agrandir les surfaces articulaires et à régulariser les mouvements. Des organes d'un usage analogue, décrits par les auteurs sous le nom de fibro-cartilages et qui ne sont formés en réalité que de tissu fibreux, se développent dans certaines articulations et acquièrent un volume notable principalement entre la première et la deuxième phalange des solipèdes, des ruminants, et entre la deuxième et la troisième phalange chez le chien.

Nous allons étudier leur évolution sur les doigts du chien où ils remplissent manifestement un rôle semblable à celui des sésamoïdes cartilagineux et osseux des autres quadrupèdes. Sur le chien adulte, l'épaississement fibreux qui existe en avant du tendon du fléchisseur au-dessous de la tête de la deuxième phalange, a une longeur de 6mm sur une largeur égale et une épaisseur de 2mm. Sa surface articulaire est lisse et creusée de deux cavités glénoïdes semblables à celles de la base de la troisième phalange et séparées par une crête antéro-postérieure. De même le tendon extenseur qui se fixe à la deuxième phalange, présente en avant de l'articulation de la deuxième avec la troisième phalange, un épaississement fibreux de 2mm, long de 4mm et large de 3mm. Ce dernier rappelle le sésamoïde dorsal, d'abord cartilagineux, puis osseux de l'articulation métacarpo ou métatarso-phalangienne. Le tendon du fléchisseur superficiel ou perforé offre un épaississement fibreux analogue, épais de 0mm,5, chez le chien adulte.

Ces épaississements fibreux, outre leurs connexions, qui sont les mêmes que celles des os sésamoïdes, sont fixés également par des ligaments sur les faces latérales de la tête des phalanges.

Ils se développent de bonne heure et restent pendant toute la vie à l'état de tissu fibreux. A la naissance, le disque fibreux qui existe en arrière de l'articulation de la deuxième et de la

troisième phalange, chez le chien a une longueur de 1^{mm}, une épaisseur de $0^{mm},35$ et la largeur de l'articulation phalango-phalangienne c'est-à-dire $1^{mm},5$ environ. Il est formé, à cette époque de corps fibro-plastiques ovalaires de $0^{mm},009$ de diamètre ; le noyau a $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$ et le corps cellulaire lui constitue un mince liséré jaune citrin, quand on s'est servi du picro-carmin comme réactif colorant. Les prolongements du corps cellulaire ne dépassent pas $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$.

Les ligaments latéraux qui le rattachent aux côtés de la tête de la deuxième phalange montrent déjà un aspect fasciculé, quoique formés des mêmes éléments fibro-plastiques, mais dont les prolongements sont déjà considérables et disposés en séries parallèles.

En examinant le même organe sur un chien âgé de deux mois, on voit qu'il a acquis une épaisseur de $1^{mm},5$. Les corps fibro-plastiques ont pris une forme étoilée. Chacun contient un noyau de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$ coloré en rouge par le picro-carmin, les noyaux sont éloignés les uns des autres de $0^{mm},010$ à $0^{mm},012$ et le corps cellulaire qui les entoure envoie de tous côtés des prolongements qui, s'anastomosant avec ceux des corps fibro-plastiques voisins, figurent un réseau des plus élégants.

En examinant enfin le même organe chez le chien adulte, on lui trouve une consistance semblable à celle du cartilage et d'autant plus grande qu'on se rapproche du centre. C'est pour cette raison que la plupart des autres le décrivent à tort sous le nom de fibro-cartilage. Il est d'un blanc grisâtre. Il est formé de faisceaux de tissu lamineux qui atteignent un diamètre de $0^{mm},016$ à $0^{mm}032$; ces derniers sont polygonaux de 6 à 8 faces et séparés les uns des autres par des interlignes, qui se colorent en jaune pâle au picro-carmin, tandis que les faisceaux lamineux se teignent en rouge. C'est dans ces interlignes qu'on aperçoit les noyaux des corps fibro-plastiques de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$, colorés en rouge foncé et entourés d'un cercle jaune ; comprimés entre les faisceaux, ils ont une forme polygonale de quatre à six faces.

Les faisceaux précédents constituent les faisceaux primitifs ; en se réunissant, ils forment des faisceaux secondaires d'un diamètre de $0^{mm},120$ à $1^{mm},150$ s'entrecroisant en tous sens

avec les faisceaux secondaires voisins et produisent ainsi un aspect feutré spécial.

J'ai soumis ces disques à tous les réactifs propres à déceler la présence des fibres élastiques (solution aqueuse d'acide sulfurique ou de potasse bouillante, macération dans les acides) et je n'ai pas pu en apercevoir au centre de l'organe. Les fibres élastiques apparaissent seulement vers la périphérie où elles deviennent abondantes en passant dans les ligaments latéraux.

Nous voyons donc que ces organes sont constitués par du tissu fibreux remplissant un rôle analogue aux sésamoïdes d'abord cartilagineux, puis osseux qui existent dans d'autres articulations. A aucune période du développement, nous n'avons pu y apercevoir de cellules cartilagineuses ou osseuses, quoique nous ayons examiné à cet effet des chiens de dix à douze ans.

L'étude que nous venons de faire nous fournit les résultats suivants :

1° Les organes sésamoïdes périarticulaires sont de deux sortes: les uns, *d'abord cartilagineux*, *puis osseux ;* les autres, *fibreux*. Les premiers s'observent aux articulations métacarpo et métatarso-phalangiennes chez les solipèdes, les ruminants, les rongeurs, les carnassiers, les macaques et sur certains doigts chez l'homme et le gibbon ; à l'articulation phalango-phalangettienne des doigts chez les solipèdes, les ruminants et les rongeurs. Les seconds se rencontrent aux articulations phalango-phalangettiennes des carnassiers et aux articulations de la première avec la deuxième phalange chez les solipèdes et les ruminants.

2° Les organes sésamoïdes ont pour usage principal d'augmenter l'étendue de la surface articulaire et de limiter les mouvements à la flexion et à l'extension.

3° Les sésamoïdes osseux apparaissent à l'état de nodules cartilagineux de la même façon que le squelette cartilagineux, mais plus tard que les segments des rayons digitaux. Chez les ruminants et les solipèdes, ils existent déjà, alors que la cavité articulaire n'est pas encore établie.

4° Les cartilages sésamoïdes parcourent les mêmes phases d'évolution que le squelette cartilagineux ; ils deviennent vasculaires en même temps ou peu après que les vaisseaux ont

pénétré dans les extrémités cartilagineuses voisines. Ensuite ils s'ossifient du centre à la périphérie, chacun ne présentant qu'un seul point d'ossification.

5° Les sésamoïdes fibreux sont constamment formés de tissu fibreux, ce dernier ne se transformant jamais en tissu cartilagineux ni osseux.

EXPLICATION DES PLANCHES XXXII ET XXXIII.

Fig. 1. — Section longitudinale et latérale de la région carpienne d'un fœtus humain, long de $\frac{5^{cm}}{6}$. $\frac{25}{1}$.

Fig. 2. — Section longitudinale et latérale de la région carpienne d'un fœtus de gibbon de 6 mois $\frac{1}{2}$.

Fig. 3. — Section longitudinale et latérale de la région carpienne d'un fœtus de chien de 6^{cm} de long, $\frac{20}{1}$.

r, radius; *c*, cubitus; *sc*, scaphoïde; *sl*, semi-lunaire; *pm*, pyramidal; *oc*, cartilage central; *pi*, pisiforme; *tr*, trapèze; *tp*, trapézoïde; *go*, cartilage du grand os; *unc*, unciforme.

T, ligament triangulaire.

P, premier segment du pouce; I, métacarpien de l'index; M, celui du médius; A, celui de l'annulaire; D, celui du petit doigt.

Fig. 4. — Coupe longitudinale et latérale de la région carpienne d'un fœtus de veau de 7^{cm} de long, $\frac{20}{1}$. Même légende que plus haut.

mci, métacarpien principal interne; *mce*, — externe.

Fig. 5. — Section transversale de la rangée inférieure du carpe chez un fœtus de porc de 8^{cm} $\frac{10}{1}$.

Même légende. — *tf*, tendons des fléchisseurs.

Fig. 6. — Section transversale de la rangée supérieure du carpe chez un fœtus de porc de 8^{cm} $\frac{10}{1}$.

Même légende.

Fig. 7. — Section transversale de la portion supérieure du métacarpe chez le même, $\frac{10}{1}$.

Mcai, métacarpien accessoire interne; *mcae*, externe.

Fig. 8. — Section transversale du carpe chez un fœtus de cheval de 22^{cm} $\frac{5}{1}$ (rangée supérieure). Même légende.

Fig. 9. — Section transversale de la rangée inférieure carpienne chez le même, $\frac{4}{1}$. Même légende que plus haut.

Fig. 10. — Section longitudinale et latérale de région tarsienne chez un fœtus humain de $\frac{9^{cm}}{12}$. $\frac{7}{1}$: elle passe par le plan inférieur.

ca, calcanéum; *as*, astragale; *sc*, scaphoïde; *cu*, cuboïde; cn^{1} — 2 — 3, les trois cunéiformes. O, premier segment du gros orteil. I, M, A, P, les quatre métarsiens externes.

Fig. 11. — Section longitudinale et latérale du tarse chez un fœtus de cochon d'Inde de 1cm de long, $\frac{6}{1}$; elle passe par le plan inférieur et ne comprend pas l'astragale. Même légende que fig. 10.

sci, cartilage surnuméraire ; I, II, III, les trois métatarsiens de dedans en dehors.

Fig. 12. — Section longitudinale et latérale de la région tarsienne chez un fœtus de gibbon de 6 mois $\frac{1}{2}$. Même légende que fig. 10.

Fig. 13. — Section longitudinale et antéro-postérieure de la région tarsienne chez un fœtus de veau de 7cm de long, $\frac{1}{10}$. (Plan externe.)

Même légende que fig. 10; *t*, tibia; *mte*, métatarsien principal externe.

Fig. 14. — Section semblable à la précédente, mais passant par le plan interne, $\frac{10}{1}$. Même légende.

mti, métatarsien principal interne.

Fig. 15. — Section longitunale et antéro-postérieure de la région tarsienne chez un fœtus de cheval de 9cm de long, $\frac{10}{1}$. (Région interne.)

Fig. 16. — Même section chez le même, mais passant par la région interne $\frac{10}{1}$. Même légende que plus haut, fig. 10 et suivantes.

mtp, métatarsien principal ; *mti* et *mta*, métatarsiens accessoires interne et externe.

Fig. 17. — Section transversale de la rangée inférieure du tarse du même, $\frac{5}{1}$.

Fig. 18. — Même section sur le même, passant par l'extrémité supérieure du métatarse, $\frac{5}{1}$; — *tf*, tendons des fléchisseurs.

Fig. 19. — Section transversale de la rangée tarsienne inférieure chez un fœtus humain de $\frac{5cm}{6}$ de long, $\frac{13}{1}$. Même légende.

Fig. 20. — Section longitudinale et antéro-postérieure, passant par le pouce, le tarse et le radius d'un lapin de 33 jours, $\frac{4}{1}$.

p, diaphyse du radius séparée de l'épiphyse par la plaque synchondrale (*s*); *o*, point d'ossification complémentaire; *sc*, scaphoïde; *tp*, trapèze.

1. Premier segment du pouce pourvu du seul point d'ossification primitif.
2. Deuxième segment du pouce possédant un point d'ossification primitif (*pr*) et un complémentaire (*o'*) pour l'épiphyse supérieure; *s'*, plaque synchondrale.
3. Phalange unguéale munie d'un seul point d'ossification primitif; *rp*, repli sus-unguéal.

Fig. 21. — Pouce d'un jeune chat de 2 mois $\frac{4}{1}$. Même légende, $\frac{4}{1}$. Le premier segment du pouce est pourvu d'un point d'ossification complémentaire.

sm, sésamoïdes ; *rs*, repli sous-unguéal.

Fig. 22. — Section longitudinale du moignon de membre d'un embryon de mouton de 1cm de long, $\frac{28}{1}$.

vv, vaisseaux sillonnant le tissu cellulaire ; *ec*, revêtement ectodermique ; *g*, calotte épidermique terminale.

Fig. 23. — Section antéro-postérieure et longitudinale d'un rayon digital chez un fœtus de cochon d'Inde de 9cm de long, $\frac{20}{1}$.

rp, repli sus-unguéal ; *ps*, involution antérieure ; *s*, sole ; *c*, coussinet ; *o*, ongle proprement dit ; *ap*, aire pigmentée.

Fig. 24. — Même section chez un fœtus de cochon d'Inde de 5cm de long, $\frac{40}{1}$. Même légende.

Fig. 25. — Section transversale de l'extrémité digitale chez un fœtus humain de $\frac{7^{cm}}{10}$ de long, $\frac{20}{1}$. Même légende. — *sl*, sillons latéraux.

Fig. 26. — Section longitudinale et antéro-postérieure du même, $\frac{20}{1}$. — *sa*, sillon antérieur ; *pr*, calotte osseuse de la diaphyse.

Fig. 27. — Section transversale d'un ongle de cochon d'Inde 5cm de long, passant par l'extrémité terminale $\frac{40}{1}$.

p, papilles ; *o*, partie antérieure de l'ongle ; *s*, sole.

Fig. 28. — Section transversale du même, passant plus haut, $\frac{40}{1}$. Même légende.

Fig. 29. — Section transversale d'un ongle de fœtus de cochon d'Inde de 9cm de long, passant par le bout terminal $\frac{40}{1}$. Même légende.

Fig. 30. — Section transversale du même, passant plus haut, $\frac{40}{1}$.

Fig. 31. — Section antéro-postérieure et longitudinale de l'extrémité digitale chez un fœtus de chien de 6cm de long, $\frac{20}{1}$.

pa, involution dorsale ; *pp*, involution plantaire ; *rp*, repli dorsal ; *ro*, repli plantaire ; *o*, ongle proprement dit.

Fig. 32. — Section antéro-postérieure et longitudinale de l'extrémité digitale chez un fœtus de chat de 8cm de long, $\frac{25}{1}$. Même légende que fig. 31. — *c*, crochet qui se recourbera.

Fig. 33. — Section semblable chez un fœtus de chien de 14cm de long, $\frac{15}{1}$. Même légende.

Fig. 34. — Section transversale passant par le bout antérieur de l'extrémité digitale chez un fœtus de chat de 8cm de long, $\frac{50}{1}$.

o, partie dorsale de l'ongle ; *fl*, parties latérales ; *s*, partie plantaire ; *sl*, sillons latéraux ; *pr*, calotte osseuse.

Fig. 35. — Section transversale du même, passant par le pli unguéal, $\frac{20}{1}$.

rpa, repli antérieur ; *pa*, pli antérieur ; *pl*, pulpe plantaire.

Fig. 36. — Section transversale passant par le bout antérieur de l'extrémité digitale chez un fœtus de chien de 14cm, $\frac{20}{1}$. Mêmes lettres.

Fig. 37. — Même section, passant plus haut, $\frac{20}{1}$. Mêmes lettres.

SUR UN

CAS D'ÉPITHÉLIOMA DE LA GLANDE DE COWPER

(TUMEUR HÉTÉRADÉNIQUE A CORPS OVIFORMES; CYLINDROME)

Par MM. PAQUET et G. HERRMANN

(PLANCHE XXXIV.)

Les tumeurs des glandes de Cowper sont encore peu connues. On rencontre à peine, dans la littérature médicale, quelques brèves indications sur des productions kystiques ou épithéliales, sans données anatomiques précises. Nous avons pensé qu'il y aurait quelque intérêt à publier une description détaillée du cas suivant qui est remarquable à plusieurs égards.

La pièce a été recueillie à la clinique chirurgicale de l'hôpital Ste Eugénie (service de M. le professeur Paquet). Elle se rapporte à un homme de 65 ans qui entra à l'hôpital en octobre 1882 porteur d'une petite tumeur périnéale. L'attention du malade avait été attirée environ deux ans auparavant par une gêne particulière qu'il éprouvait en s'asseyant; il put dès cette époque sentir à travers les téguments la tumeur d'ailleurs parfaitement indolente. Elle ne grossit que fort lentement, mais finit par amener des difficultés dans la défécation d'abord, puis bientôt dans la miction.

Au moment de l'entrée, la tumeur était assez saillante, située au-dessous et à droite de l'urèthre, contre l'extrémité postérieure du bulbe et un peu en avant de l'anus. Elle était arrondie, non adhérente à la peau, mais faisant corps avec les parties profondes. M. Paquet diagnostiqua une hypertrophie de la glande de Cowper et en entreprit l'extirpation à l'aide du thermo-cautère. L'ablation se fit sans aucune effusion de sang; la tumeur fut facilement séparée des parties qui la recouvraient à sa partie postérieure et inférieure; mais en avant elle se confondait avec le bulbe qu'il fallut inciser assez profondément pour détacher complètement les parties malades, On eut encore à sectionner un petit pédicule fibreux et vasculaire qui se dirigeait en haut et en avant, et qu'on

supposa devoir renfermer le canal excréteur de la glande. Il n'y eut qu'une hémorrhagie insignifiante à la fin de l'opération. La paroi uréthrale avait dû être intéressée, car il s'établit une petite fistule urinaire qui exigea l'introduction d'une sonde à demeure pendant quelque temps. La plaie guérit sans autres suites fâcheuses, et ce résultat favorable s'est maintenu jusqu'à ce jour, c'est-à-dire après plus de deux ans.

Examen anatomique. — La tumeur de forme assez régulièrement ovoïde, a le volume d'une grosse noisette, son plus grand diamètre mesure environ deux centimètres. Sa surface est divisée en plusieurs lobes par des sillons peu profonds surtout apparents du côté de la grosse extrémité. Elle est entourée presque entièrement d'une capsule fibreuse assez résistante quoique de faible épaisseur. L'extrémité antérieure de la tumeur, de consistance squirrheuse, se prolonge en un mince pédicule; vu la situation de ce dernier qui fut trouvé implanté à la partie antérieure et interne du néoplasme au moment de l'opération, on avait pensé d'abord qu'il pourrait renfermer le canal excréteur de la glande, mais l'examen histologique montra par la suite qu'il était exclusivement formé de tissu conjonctif avec quelques vaisseaux.

Sur une coupe passant par le grand axe, la surface de section de la tumeur présente à l'œil nu deux portions bien distinctes : d'une part, cinq lobes arrondis, finement grenus, occupent une forte moitié du champ (celle qui correspond à la grosse extrémité) et lui donnent une apparence glandulaire assez nette qui avait fait porter le diagnostic clinique d'adénome. Il existe encore quelques autres lobes non touchés par la section; il y en a une dizaine en tout.

Le plus grand des lobes mesure environ 6 millimètres de diamètre, le plus petit n'en a que 3; les minces cloisons conjonctives qui les séparent se continuent sans ligne de démarcation avec l'autre moitié de la coupe dont l'aspect contraste d'une manière frappante avec celui de la partie précédente; elle paraît constituée par un tissu fibreux dense légèrement nacré, irrégulièrement parsemé de petites granulations qui confluent en quelques points pour former des îlots opaques offrant la même apparence que les lobes de la première portion, mais moins nettement limités et beaucoup moins étendus (le plus gros atteignant à peine 2 millimètres).

Sur les coupes microscopiques examinées à un faible grossissement, on ne trouve rien tout d'abord qui rappelle la structure normale de la glande de Cowper; la tumeur est essentiellement constituée par des formations épithéliales agglomérées en masses compactes dans les lobes signalées plus haut, éparses au contraire et beaucoup plus petites au niveau de la deuxième portion où elles se trouvent séparées par des faisceaux musculaires lisses, de volume variable et s'entrecroisant dans toutes les directions.

Au sein des masses épithéliales, on aperçoit en plusieurs points une multitude d'espaces clairs, se dessinant sur la coupe comme des taches arrondies, isolées ou réunies par groupes, et que l'on prendrait volontiers à première vue pour des formations kystiques. Un examen plus attentif ne tarde pas à montrer qu'il n'en est rien, et que ces lacunes sont occupées par des corps translucides se trouvant fréquemment en continuité de tissu avec la charpente lamineuse du néoplasme : ces sortes de bourgeons de tissu conjonctif hyalin ne sont autres que les *corps oviformes* décrits par M. Ch. Robin dans ses tumeurs hétéradéniques de la deuxième variété.

Outre ces corps, le néoplasme renferme aussi de véritables excavations kystiques, de sorte que pour le décrire complètement, nous devrons passer en revue successivement : les formations épithéliales avec leurs mycrocystes, et le tissu interposé (stroma) ainsi que les corps oviformes qui en dépendent.

Suivant la disposition réciproque de ces diverses parties et leur degré d'évolution, l'aspect général varie beaucoup d'un point à l'autre.

Dans une grande portion de la tumeur, notamment dans celle qui répond aux lobules les plus volumineux et dans la majeure partie de l'étendue de ces derniers, les masses épithéliales ne se distinguent pas sensiblement par leur aspect de celles qui entrent dans la composition de la plupart des épithéliomas glandulaires et dans celle de certains cancroïdes des téguments d'origine ectodermique (*épithéliomas dits tubulés*). Ce sont des tractus pleins irrégulièrement ramifiés et anastomosés, parfois cylindriques, plus fréquemment moniliformes à renflements très inégaux alternant avec des portions rétrécies, tantôt pourvus d'expansions latérales en forme de lobules arrondis étroite-

ment pediculés et souvent réunis en groupes à disposition racémeuse, tantôt terminés par des prolongements effilés (voy. pl. XXX, fig. 1, *e e*).

Au centre de quelques-uns des amas les plus considérables, on rencontre de petits foyers de nécrose tels qu'ils existent communément dans la plupart des tumeurs épithéliales.

Les cellules épithéliales sont assez petites de forme polyédrique, à gros noyaux arrondis munis souvent de nucléoles volumineux et brillants. Leurs limites sont souvent peu distinctes, ce qui tient au procédé de conservation employé (fixation par l'alcool à 36°) mais on voit facilement qu'elles sont de volume fort inégal, juxtaposées la plupart du temps sans aucune symétrie apparente ; leur aspect général est sensiblement atypique, en d'autres termes le polymorphisme si caractéristique des éléments qui constituent les tumeurs épithéliales envahissantes est nettement reconnaissable bien qu'il n'existe pas à un degré très prononcé. Les masses épithéliales sont séparées par une limite bien tranchée du stroma conjonctif ; ce dernier généralement peu abondant, est formé par un tissu lamineux fibrillaire entourant çà et là des vaisseaux de petit calibre.

La figure 1 nous montre des cavités microscystiques *k k* dans un certain nombre de cylindres épithéliaux ; ces excavations prennent un développement remarquable sur d'autres points tels que celui que nous avons représenté dans la figure suivante. On se trouve alors en présence d'un réseau de minces travées épithéliales pourvues d'une lumière centrale tubulée qui les parcourt souvent dans une grande étendue. Beaucoup de ces tubes sont assez régulièrement calibrés, limités par une seule rangée de cellules cubiques formant un revêtement d'une régularité remarquable ; la cavité est remplie de cylindres et de blocs homogènes et transparents, légèrement teintés en jaune, qui se moulent exactement sur les parois. Ces corps (fig. 2 *k*, *k*) englobent souvent des grains protoplasmiques et même des cellules desquamées encore reconnaissables ; ils offrent l'aspect des substances dites colloïdes, et ressemblent beaucoup à ceux qu'on rencontre fréquemment à l'état normal dans les petits conduits de la glande de Cowper. Les tubes vus suivant une section transversale rappellent à s'y méprendre les canalicules droits du rein quand ils sont obstrués par des cylindres hyalins

(fig. 2 *k'*). Le diamètre des plus petits est d'environ 50 μ dont 15 à 20 μ pour le contenu colloïde. Parfois même, mais plus rarement, on trouve des kystes un peu plus grands dont le contenu est formé par un liquide transparent tenant en suspension de petits blocs et des grains colloïdes, et dont l'épithélium a pris le type cylindrique peu élevé (la hauteur est d'environ 14 μ) à noyaux allongés suivant le grand axe des cellules (fig. 5, *cy*).

On trouve encore, mais en moindre quantité, des microcystes à cavité étroite, parfois presque linéaire, qui ne renferment qu'un liquide incolore et transparent (fig. 3, 6 et 7 *l l*). Si l'on avait pu concevoir quelques doutes au sujet de la nature épithéliale des éléments constituant le néoplasme, les aspects que nous venons de décrire suffiraient pour les dissiper entièrement.

Le stroma de la tumeur est le point de départ de productions hyalines dont les dispositions anatomiques sont souvent des plus remarquables et dont la présence imprime au néoplasme un cachet tout particulier.

Déjà dans quelques portions des lobes qui ont été décrits en premier lieu, on peut voir des cloisons lamineuses qui ont perdu leur aspect fibrillaire normal et offrent la réfringence et l'homogénéité qui caractérisent la transformation dite *hyaline* du tissu conjonctif. En plusieurs points ces cloisons émettent des prolongements qui s'enfoncent dans l'intérieur des formations épithéliales sous forme de travées étroites ramifiées et anastomosées en tous sens; on voit ainsi une sorte de charpente réticulée, composée de trabécules brillantes qui pénètrent au sein des masses épithéliales et paraissent subdiviser ces dernières en lobules de plus en plus petits souvent juxtaposés sur les coupes avec une sorte de régularité. Un examen attentif peut faire découvrir çà et là des renflements arrondis échelonnés le long des travées de moyenne grosseur, ou même de petits appendices pyriformes brièvement pédiculés et offrant la même apparence hyaline.

Mais c'est surtout dans la portion supérieure de la tumeur, là où les tubes et les lobules épithéliaux sont disséminés et généralement de petit volume, qu'on peut étudier les différents aspects qu'affectent les productions hyalines et suivre le développement progressif de ces dernières.

En étudiant les coupes à un grossissement de 400 à 500 dia-

mètres on aperçoit en divers endroits, principalement vers les limites de la tumeur, des faisceaux lamineux qui paraissent gonflés et dont la composition fibrillaire est peu distincte ; à cet état le carmin leur communique une teinte spéciale d'un rose sale. Sur d'autres la transformation est de plus en plus accentuée, les faisceaux peuvent être atteints uniformément sur une certaine longueur, ou revêtir au contraire un aspect moniliforme et comme variqueux. Quant la métamorphose est complète, on voit, suivant les sens de la sections, des champs arrondis ou elliptiques, des bandes régulières ou sinueuses d'une substance d'aspect vitreux, ne se colorant en aucune façon par le picro-carmin ou par l'éosine, et dépourvue la plupart du temps de toute apparence de structure. Cependant cette modification d'un faisceau isolé ou de petits groupes situés en plein tissu conjonctif et entourés de toutes parts par des fibres normales est en somme assez exceptionnelle. En général le passage à l'état hyalin se produit surtout au contact des parties épithéliales qui paraissent alors plongées dans une masse fondamentale amorphe et brillante. Assez souvent la transformation se localise au pourtour des tubes et des petits lobules qui sont alors pourvus d'une enveloppe régulière simulant à s'y méprendre une paroi propre et complétant encore la ressemblance de ces parties avec des éléments glandulaires normaux (fig. 6).

Mais les modifications du tissu conjonctif ne se bornent pas à ces transformations en quelque sorte passives ; nous assistons au contraire à une véritable néoformation de parties hyalines ; celles-ci se présentent partout sous forme d'excroissances du stroma qui poussent dans l'intérieur même des lobules épithéliaux, les pénètrent en tous sens et tendent à les comprimer et à les faire disparaître peu à peu en se substituant à eux. Cette substitution a été décrite de la manière la plus exacte par M. Malassez sous le nom d'*envahissement myxomateux de l'épithélioma*, et les parties envahissantes ne sont autres que les *corps oviformes* de M. Ch. Robin. Comme ces phénomènes existent dans notre tumeur sur une grande échelle et sous des aspects très caractéristiques nous avons figuré les phases les plus importantes de l'évolution des corps oviformes.

Au premier stade on voit un petit bourgeon arrondi partir du tissu lamineux au contact de l'épithélium et refouler ce dernier

devant lui, de manière à s'en coiffer s'il s'agit d'un tube ou d'un tractus mince (fig. 5 *b*) ou de plonger dans la masse épithéliale si celle-ci est plus volumineuse (fig. 3 *b*). Parfois le bourgeon offre encore au début une structure fibrillaire très nette (fig. 4 *b*); mais il ne tarde pas à perdre, et souvent même dès le début il est formé d'une substance hyaline et anhyste (fig. 5 *b*).

Bientôt des végétations secondaires, sessiles ou pédiculées, fort variables quant à leur forme et à leur volume, se produisent sur le bourgeon primitif; des ramifications villeuses s'étendent de tous côtés dans la masse épithéliale qui ne tarde pas à se trouver remplie de cordons hyalins moniliformes avec des appendices arrondis plus ou moins longuement pédiculés (corps oviformes (fig. 5 *o o*, fig. 8 *i*; fig. 4, 6 et 7 *o o'*) l'ensemble revêtant sur les coupes les aspects les plus divers.

Le développement ultérieur des corps oviformes présente également une série de particularités intéressantes : ils grossissent peu à peu et leur accroissement a pour résultat l'atrophie progressive de l'épithélium ainsi envahi. Dans les lobules un peu volumineux (fig. 4 et 5) les boules hyalines des cordons se présentent sur les coupes comme des champs arrondis clairs, séparés par des portions épithéliales de plus en plus étroites, à mesure que les champs s'élargissent. En bien des points l'épithélium ne constitue plus qu'une sorte de réseau (fig. 4), encadrant les corps oviformes; enfin ces derniers arrivent au contact, les trabécules épithéliales s'atrophient et se résorbent, et l'on ne voit plus qu'un amas de corps oviformes avec quelques restes épithéliaux en voie de disparition.

Le fait est encore plus frappant lorsqu'il s'agit de formations épithéliales d'un petit volume dans lesquelles vient pénétrer un corps oviforme et qui sont détruites rapidement par la croissance de ce dernier (telles sont celles qui se voient dans le haut de la fig. 4). La plupart des corps hyalins qu'on trouve isolés dans le stroma (fig. 8 *o*) paraissent avoir cette origine.

Lorsque les corps oviformes envahissent des masses épithéliales creusées de microcystes, on observe encore une série de dispositions remarquables suivant la manière dont se comportent ces deux ordres de formations une fois qu'elles viennent à se toucher.

Si ce sont des kystes à contenu liquide, les végétations hya-

lines en dépriment la paroi qui va s'accoler à celle du coté opposé; la cavité se réduit à une fissure linéaire qui entoure exactement, à la façon d'une poche séreuse, un groupe de corps oviformes; elle l'isole pendant quelque temps des tissus ambiants auxquels il ne tient plus que par son pédicule, jusqu'à ce que les parties épithéliales disparaissent par atrophie progressive. La figure 7 montre nettement cette disposition : une fente étroite *ll*, limitée par une ou deux couches de cellules épithéliales *ee*, se trouve coiffer un petit groupe de corps hyalins *o'*. Par un processus analogue, quoique moins avancé, la lumière *ll* du tube épithélial représenté sur la figure 6 est obstruée par un petit corps oviforme *o*; ce dernier n'est qu'une excroissance de la partie inférieure de l'enveloppe hyaline *p* à laquelle il se rattache par un mince pédicule sur les coupes faisant suite à celle que nous avons dessinée. On retrouve aussi en plusieurs points la disposition déjà figurée par Kœster pour une tumeur de l'orbite (*Virch. Arch.*, 1867, pl. X, fig. 2 *i*), et dans laquelle une boule transparente se trouve entourée (sur la coupe) par deux couches annulaires d'épithélium séparées elles-mêmes par une zone hyaline circulaire. Il faut admettre dans ce cas qu'une végétation en voie d'accroissement a rencontré une autre formation hyaline préexistante et l'a refoulée devant elle avec les couches épithéliales recouvrant ses deux faces, de manière à déprimer toutes ces parties en forme de calotte hémisphérique. Si alors la section est faite perpendiculairement à l'axe d'allongement de la végétation centrale, et qu'elle intéresse les trois couches constituant la calotte, on a l'apparence signalée par Kœster. Il suffit d'ailleurs d'examiner une série de coupes successives pour se rendre compte de ces dispositions et d'une foule d'autres trop variées pour que nous puissions les reproduire ou les décrire en détail.

Quand les kystes placés sur le passage des formations hyalines en voie d'accroissement sont à contenu solide (blocs ou cylindres colloïdes), ce dernier est résorbé habituellement en même temps que les épithéliums qui l'entourent. Cependant il arrive quelquefois qu'une végétation transparente déjà ancienne et molle pénètre dans une excavation de ce genre en traversant par irruption une paroi épithéliale amincie peu à peu par l'atrophie, suite de la compression exercée par le corps oviforme;

dans ces conditions, on peut trouver dans une même cavité épithéliale des formations hyalines et des blocs colloïdes, ce qui ne laisse pas d'embarrasser l'observateur au premier abord.

Nous devons noter également quelques faits relatifs à l'évolution individuelle des corps oviformes.

On a vu précédemment que les excroissances latérales émises par les travées du stroma conjonctif représentent souvent au début de simples bourgeons d'un aspect fibrillaire assez prononcé (à moins, toutefois, qu'ils ne prennent naissance sur des parties hyalines, auquel cas ils sont absolument sans structure). Une fois que les végétations ont pénétré à quelque distance dans l'intérieur des lobules de l'épithélioma, leur tissu est tout à fait homogène, incolore et amorphe ; il offre une certaine consistance ainsi que le prouve la manière dont les corps oviformes se comportent entre eux et vis-à-vis des parties ambiantes. Mais, à mesure qu'ils approchent du terme de leur croissance (les plus gros ont environ un quart de millimètre de diamètre), leur constitution subit des modifications notables. Sur les corps de moyenne grandeur, on commence à voir un double contour, à coupe optique foncée et semblant indiquer la formation d'une membrane d'enveloppe (fig. 5 *o*) ; celle-ci est extrêmement mince au début, mais elle devient de plus en plus apparente et bientôt le corps hyalin se trouve pourvu d'une paroi propre épaisse de 3 à 4 μ, formée par une sorte de condensation de la susbtance hyaline dans sa zone la plus superficielle, et limitée de part et d'autre par un contour net. Elle se distingue de la partie centrale qu'elle entoure par un degré de réfringence beaucoup plus prononcé (fig. 4 et 7 *o*', fig. 5 *m*) et aussi par une résistance et une tenacité plus grandes, ainsi qu'il est facile de le constater lorsqu'elle se trouve plissée sur les coupes ou déchirée sur les dissociations par suite d'un artifice de préparation. En examinant les corps les plus avancés en évolution, on voit que cette enveloppe n'a qu'une existence passagère ; elle perd peu à peu sa réfringence et son homogénéité, pour prendre un aspect mat et finement strié, en même temps la netteté de son bord (vu sur les coupes ou en section optique) s'efface ; au lieu d'être disposée suivant une courbe régulière, elle revêt l'apparence d'une bandelette ondulée (fig. 4 et 5 *o*'). Bientôt elle présente des portions épaissies alternant avec des

amincissements au niveau desquels se produisent des solutions de continuité plus tard; la paroi altérée est réduite à des sortes de lambeaux irréguliers qui semblent nager dans la partie intérieure du corps oviforme devenue liquide. Il est évident que ce corps, à ce moment, a acquis une fluidité prononcée dont rien auparavant ne dénotait l'existence; il renferme fréquemment des figures étoilées ou des sortes de réseaux irréguliers (voy. fig. 4 de *o'* en *r*) qui paraissent provenir, en partie du moins, des débris de l'enveloppe, et dont l'apparition paraît liée à la destruction de cette dernière. D'autres fois les corps oviformes offrent une apparence de couches concentriques assez vaguement dessinées, ou bien leur substance se remplit uniformément de granulations moléculaires opaques (fig. 4 *o''*). Malassez signale la formation de petites *cavités myxomateuses* résultant de la confluence de plusieurs corps oviformes, mais nous n'avons pas trouvé de stade ultime de la liquéfaction progressive des formations hyalines.

De nombreux corps oviformes à toutes les phases d'évolution se trouvent répartis sans aucun ordre dans toutes les parties de la tumeur, tantôt isolés, tantôt réunis en amas et affectant les groupements les plus variés. Si l'on ajoute à cela les formes irrégulières des lobules et des tubes épithéliaux, tantôt juxtaposés en lobes compactes, tantôt disséminés dans un stroma riche en faisceaux musculaires lisses et présentant les formations hyalines les plus diverses, on comprendra la variété très grande des aspects qu'offrent les préparations. Cette variété est telle qu'elle échappe à toute description méthodique et que nous avons dû nous borner à relater les faits anatomiques les plus saillants.

Nous devons signaler, pour finir, la présence vers l'extrémité antérieure de la tumeur, de quelques lobules normaux et de canalicules de la glande de Cowper qui persistaient au milieu des productions épithéliales pathologiques (fig. 3 *a a' c*). D'autre part, la périphérie du lobe le plus volumineux présente un point où l'épithélium forme un réseau absolument diffus au sein d'un tissu conjonctif dense, de sorte que cette portion du néoplasme a toutes les apparences des tumeurs squirrheuses (*carcinomateuses*).

Outre la présence du pédicule fibreux considéré à tort comme le canal excréteur de la glande, nous avons utilisé quelques

détails histologiques pour établir l'orientation de la tumeur. Nous avons trouvé en effet quelques faisceaux musculaires striés dans la capsule d'enveloppe vers la grosse extrémité, tandis que les fibres lisses existaient exclusivement et en grande quantité dans la partie opposée. Celle-ci renfermait encore quelques excavations en forme de fissures irrégulières souvent bordées par de gros tractus musculaires lisses et paraissant correspondre à des mailles de tissu érectile envahies par l'épithélioma (1).

La comparaison avec l'anatomie normale de la région, montre que ces données s'accordent parfaitement avec celles qui résultent de la relation de l'opération pour déterminer la position de la tumeur dans l'épaisseur du périnée.

D'après la description qui précède, on peut affirmer que notre tumeur répond aux productions dites *tumeurs hétéradéniques à corps oviformes* de Ch. Robin. Ces dernières rentrent elles-mêmes dans un groupe assez hétérogène, qui a reçu, d'après Billroth, le nom de *cylindromes*.

M. Malassez a publié (*Archives de Physiologie*, 1883) une étude anatomique et critique de ces tumeurs, en appuyant ses observations personnelles d'un historique très complet de la question. Sauf quelques points de détail, nous nous rallions aux opinions exprimées par cet auteur, qui a traité ce sujet avec sa clarté et sa compétence habituelles; nous renvoyons en conséquence à son mémoire en ce qui concerne l'histoire générale des tumeurs de ce genre, en nous bornant à ajouter ici quelques considérations particulières sur le cas qui fait l'objet de ce travail.

La tumeur est évidemment de nature épithéliale; malgré

(1) Suivant E. Klein (in Stricker's Handbuch, p. 647), on trouve entre les lobules de la glande de Cowper de nombreux faisceaux de fibres lisses qui pénètrent par la portion supérieure et interne de cet organe et dépendent en majeure partie d'un tractus musculaire longeant la face inférieure de l'urèthre à ce niveau. Cette couche musculeuse forme entre les deux glandes de Cowper une cloison de séparation dont l'épaisseur peut dépasser 1 millimètre. D'autre part, on observe aussi des fibres striées qui se détachent du transverse profond et qui arrivent dans la glande par sa partie inférieure et externe.

Sur nos préparations nous avons pu suivre nettement le trajet de ces derniers; mais il nous a paru beaucoup moins facile de déterminer la disposition des muscles lisses qui affectent les directions les plus variées et qui semblent exister dans toutes les parties de la glande.

le soin que nous avons mis à en examiner toutes les parties, il nous a été impossible de trouver un point montrant l'origine de la néoformation et sa dérivation directe d'un organe épithélial normal. Ainsi qu'il arrive très fréquemment dans l'analyse anatomique des épithéliomas, les lésions étaient trop avancées au moment de l'opération pour que l'on pût en retrouver les premiers stades. Nous devons considérer comme des formations hétérotopiques toutes les parties qui viennent d'être décrites; si quelques-unes d'entre elles occupent encore l'emplacement des organes qui leur ont donné naissance, ces derniers sont trop déformés pour être reconnaissables. Il suffit d'ailleurs d'étudier la limite de la tumeur (principalement vers sa partie antérieure) pour se convaincre qu'on est en présence d'une zone d'envahissement bien caractérisée; les tractus épithéliaux, souvent tout à fait atypiques, pénètrent de toutes parts au milieu des faisceaux musculaires lisses, les dissocient et les font disparaître. Dans la glande de Cowper normale, on voit au contraire les fibres cellules réunies en tractus volumineux qui s'étendent entre les lobules glandulaires sans jamais pénétrer dans l'intérieur de ces derniers. A l'extrême limite des parties enlevées, nous avons même eu à signaler des portions de tissu érectile envahies par le néoplasme.

On voit donc que si les données topographiques relatées plus haut, et la persistance d'éléments glandulaires normaux dans la tumeur, nous permettent d'affirmer que celle-ci se trouvait bien sur l'emplacement de la glande de Cowper, nous n'avons par contre aucun renseignement immédiat sur les premiers débuts de l'affection. En admettant que les acini de la glande ont été le point de départ de l'épithélioma, nous énonçons une hypothèse très probable mais non un fait démontré.

Les végétations qui traversent les formations épithéliales et qui constituent les corps oviformes répondent parfaitement à la description et aux dessins qu'en a donnés M. Robin. Nulle part, nous n'y avons trouvé de vaisseaux capillaires, ni même de cellules fibro-plastiques bien nettes (1); et il en a été de même dans les

(1) Nous devons dire à cet égard que la dissociation ne nous a donné que de médiocres résultats, vu le séjour prolongé de la pièce dans l'alcool. En opérant dans des conditions plus favorables, peut-être eût-on retrouvé quelques éléments figurés; mais s'il y avait eu des capillaires, ils auraient certainement été visibles sur les coupes.

autres productions du même genre que nous avons eu l'occasion d'examiner. En quelques points seulement, les corps hyalins présentaient une sorte de filament axile plus foncé; mais d'une façon générale, leur substance était parfaitement anhyste. Ce n'est que par l'étude des formes intermédiaires qu'il est possible de rattacher ces excroissances villeuses, dépourvues de structure aux différentes formes du tissu conjonctif dit *muqueux*, tel qu'on le voit chez l'embryon ou chez l'adulte.

Suivant les tumeurs examinées, on peut dire que les comparaisons auxquelles ont eu recours les divers auteurs (villosités choriales, gaînes adventices transparentes de certains vaisseaux, etc.), sont toutes plus ou moins justifiées, mais ne s'appliquent qu'à des cas particuliers.

Quant à l'apparition d'une enveloppe à la périphérie des corps les plus âgés, nous la considérons comme le premier signe de leur dénutrition et de leur liquéfaction consécutive (ramollissement muqueux) (1).

Les formations hyalines du stroma, diffuses ou localisées (systématisées, Malassez) sous formes de zones plus ou moins épaisses autour des cylindres épithéliaux, n'offrent également qu'une analogie lointaine avec les parois propres de certaines glandes normales composées d'un manchon de substance hyaline ou finement fibrillaire, doublé intérieurement d'une couche de cellules spéciales.

Il faut remarquer d'ailleurs que ces termes de *dégénérescence* ou *transformation colloïde, hyaline, muqueuse*, etc., ont une signification assez peu précise et se rapportent à des objets fort disparates. Les tentatives faites jusqu'ici pour en donner une caractéristique chimique bien définie ne paraissent pas avoir été fort heureuses. Ces mots ont trait plutôt à certaines qualités optiques, à des analogies de structure. Il est évident, par exemple, que le fait de trouver les réactions de la mucine dans

(1) Nous pensons avec M. Malassez que les corps oviformes décrits par les premiers observateurs, se rapportent en partie à des produits de sécrétion épithéliale, comparables par exemple aux blocs colloïdes de notre tumeur. J'ai rencontré plusieurs fois dans des épithéliomas de ce genre, en même temps que des formations conjonctives hyalines, des noyaux cartilagineux, etc., de petites cavités kystiques renfermant des sortes de concrétions albumineuses affectant parfois des formes très régulières et offrant même des apparences de structure. Étudiés par dilacération, ces corps prêtent certainement à la confusion avec les vrais corps oviformes.

une série de productions histologiques, n'autoriserait nullement à les regarder comme identiques, quant à leur nature et à leur origine.

Quelle est enfin la signification générale de ces épithéliomas (cylindromes), et y a-t-il lieu d'en faire un groupe à part? On trouve dans toutes les régions des tumeurs présentant à tous les degrés de développement des formations hyalines dans leur charpente lamineuse. L'existence de végétations très étendues avec des amas d'appendices oviformes est sans doute un fait anatomique très frappant à l'inspection des préparations; mais en somme il ne constitue en quelque sorte que le dernier terme d'une série qui se rattache par une gradation insensible aux autres tumeurs épithéliales. Même la destruction progressive par les corps oviformes des parties plus anciennes de l'épithélioma trouve son pendant dans les phénomènes d'atrophie et de cicatrisation qu'on observe dans certains squirrhes.

Nous pensons, en résumé, que la plupart des *cylindromes* doivent rentrer dans la catégorie des épithéliomas glandulaires les moins atypiques (métatypiques, Malassez), productions relativement bénignes dans la première période de leur existence, mais sujettes à prendre plus tard une marche envahissante. Nous aurons l'occasion de développer plus amplement ces considérations dans un mémoire en voie de publication sur les épithéliomas de la mamelle.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXXIV.

Fig. 1. — $\frac{70}{1}$. Portion d'un lobe de l'épithélioma revêtant la forme de tractus pleins ramifiés et anastomosés.

ee. Masses épithéliales pleines.

kk. Microcystes à contenu colloïde.

t. Stroma conjonctif fibrillaire.

Fig. 2. — $\frac{180}{1}$. Formations épithéliales tubulées.

ee. Lobules épithéliaux.

kk. Cylindres colloïdes inclus dans les tubes coupés longitudinalement.

k'. Un tube semblable sectionné transversalement.

t. Tissu conjonctif interposé.

Fig. 3. — $\frac{120}{1}$. Restes de la glande normale envahis par l'épithélioma.

a. Canalicule de la glande de Cowper tapissé par un épithélium cubique.

a'. Canalicule dont l'épithélium est aplati par suite de la compression.

c. Culs-de-sac glandulaires avec leur revêtement de longues cellules cylindriques incolores (épithéliums secréteurs).

b. Bourgeon représentant un corps oviforme au début avec son pédicule.

e. Tractus épithéliaux pleins.

l l. Microcystes contenant un liquide transparent et incolore.

k. Cylindre colloïde inclus dans un microcyste.

o. Corps oviforme sectionné en travers.

t. Stroma conjonctif fibrillaire.

Fig. 4. — $\frac{50}{1}$. Lobules d'épithélioma complètement envahis par des corps oviformes à différents stades d'évolution.

b. Bourgeon de tissu lamineux avec son pédicule.

l. Tube épithélial avec cavité microcystique linéaire.

oo. Corps hyalins.

o'o'. Corps oviformes pourvus d'une membrane d'enveloppe.

o''. Corps devenus granuleux.

rr. Corps renfermant des figures étoilées ou réticulées.

t. Cloisons conjonctives.

Fig. 5. — $\frac{120}{1}$. Cette figure et les suivantes sont prises sur des portions de la tumeur présentant à la fois des microcystes et des corps oviformes.

b. Bourgeon hyalin pénétrant dans un petit lobule épithélial.

cy. Revêtement épithélial cylindrique d'un microcyste.

k. Blocs colloïdes et débris grenus contenus dans la cavité.

e. Lobule épithélial avec corps oviformes volumineux.

o o. Corps hyalins.

o'. Corps pourvu d'une enveloppe *m.*

t. Tissu conjonctif.

v. Vaisseau lymphatique.

Fig. 6. — $\frac{120}{1}$. Coupe transversale d'un petit tube épithélial.

l l. Lumière centrale du tube interrompue par un bourgeon hyalin *o.*

p. Manchon hyalin formant enveloppe autour du tube.

t. Tissu conjonctif fibrillaire ambiant.

Fig. 7. — $\frac{120}{1}$.

ee. Épithélium bordant une cavité microcystique étendue.

lll. Fentes étroites résultant de la compression exercée par des corps oviformes développés dans le lobule épithélial; toutes ces fentes dépendent d'une même cavité primitive réduite à l'état de fissure et entourant les corps oviformes.

o' Corps oviformes volumineux pourvus d'une membrane enveloppante.

t Tissu du stroma environnant.

Fig. 8. — $\frac{120}{1}$. (1).

kk. Cylindres colloïdes dans des microcystes.

i. Pédicule d'un groupe de corps oviformes hyalins.

o. Corps oviforme isolé dans le tissu conjonctif.

t. Stroma conjonctif.

(1) Par suite d'une omission cette figure ne porte pas de numéro. Elle se trouve au bas de la planche à gauche de la figure 5.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VINGTIÈME.

ANATOMIE HUMAINE, GÉNÉRALE, COMPARATIVE

Le muscle présternal et sa signification anatomique, par L. Testut. 71
Sur la distribution des fibres élastiques dans les parois artérielles et veineuses, par E. Retterer et Ch. Robin. 116
Des formes nouvelles de terminaisons nerveuses dans la peau des mammifères, par G. Hoggan 265
Note sur les organes élastiques de l'aile des oiseaux, par Ch. Robin et L. Chabry. 291
Mémoire sur l'utérus et les trompes, par O. Cadiat. 409
Note sur l'estomac du Dauphin, par Boulard et Pilliet. 432
De la bourse séreuse de Fleischman ou bourse sublinguale, par H. Alezais. . 441

PHYSIOLOGIE

Expériences sur la vitesse relative des transmissions visuelles, auditives et tactiles, par A. M. Bloch 1
Expériences nouvelles sur la vitesse du courant nerveux sensitif chez l'homme, par A. M. Bloch. 284
Contribution à la mécanique des muscles du membre supérieur chez l'homme, par A. Imbert. 85
Sur l'équilibre des poissons, par L. Chabry. 139
Nouvelles recherches sur le lieu de formation de l'urée, par N. Gréhant et Ch. Quinquaud 317
L'urée est un poison, mesure de la dose toxique dans le sang, par N. Gréhant et Ch. Quinquaud 393

EMBRYOGÉNIE — TÉRATOLOGIE

Contribution à l'odontologie des mammifères, par G. Pouchet et L. Chabry. . 149
Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseaux, par Mathias Duval. 201
Du développement du canal de l'urèthre et des organes génitaux de l'embryon, par O. Cadiat. 242
Mémoire sur le développement de l'utérus et du vagin envisagé principalement chez le fœtus humain, par F. Tourneux et Ch. Legay. 330
Contribution au développement du squelette des extrémités chez les mammifères, par E. Retterer.. 467
La segmentation des Ascidies simples, par L. Chabry. 388
Description d'un fœtus monstrueux, par E. T. Hamy. 193
Note sur un canard monstrueux appartenant au genre pygomèle, par H. Gadeau de Kerville. 462

ZOOLOGIE ET BOTANIQUE

Recherches sur la respiration de la levûre de bière supérieure, par Paumès. . 106
Mémoire sur un nouvel helminthe, le Sclerostoma Boularti, par P. Mégnin. . 455

PATHOLOGIE

Observations sur quelques lésions infectieuses des muqueuses et de la peau, par V. Babes. 39
Sur un cas d'épithélioma de la glande de Cowper, par Paquet et G. Hermann. 615

ANALYSES ET EXTRAITS

Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des insectes, par F. Plateau.. 465

TABLE DES AUTEURS

ALEZAIS (H.). De la bourse séreuse de Fleischman ou bourse sublinguale. . 441
BABES (V.). Observations sur quelques lésions infectieuses des muqueuses et de la peau. 39
BLOCH (A.-M.). Expériences nouvelles sur la vitesse relative des transmissions visuelles, auditives et tactiles. 1
BLOCH (A.-M.). Expériences nouvelles sur la vitesse du courant nerveux sensitif chez l'homme 284
BOULART et PILLIET. Note sur l'estomac du dauphin. 432
CADIAT (O.). Du développement du canal de l'urèthre et des organes génitaux de l'embryon 242
CADIAT (O.). Mémoire sur l'utérus et les trompes. 409
CHABRY (L.). Sur l'équilibre des poissons. 139
CHABRY (L). La segmentation des Ascidies simples. 388
CHABRY. Voy. POUCHET.
CHABRY. Voy. ROBIN.
MATHIAS DUVAL. Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseaux 201
GADEAU DE KERVILLE (H.). Note sur un canard monstrueux. 462
GRÉHANT (N.) et CH. E. QUINQUAUD. Nouvelles recherches sur le lieu de formation de l'urée. 317
GRÉHANT (N.) et CH. E. QUINQUAUD. L'urée est un poison. Mesure de la dose toxique dans le sang. 393
HAMY (E. T.). Description d'un fœtus monstrueux. 193
HERRMANN et PAQUET. Sur un cas d'épithélioma de la glande de Cowper. . 615
HOGGAN (G.). Des formes nouvelles de terminaisons nerveuses dans la peau des mammifères. 265
IMBERT (A.). Contribution à la mécanique des muscles du membre supérieur chez l'homme 85
LEGAY. Voy. TOURNEUX.
MÉGNIN (P.). Mémoire sur un nouvel helminthe, le Sclerostoma Boularti. . 455
PAQUET. Voy. HERRMANN.
PAUMÈS. Recherches sur la respiration de la levûre de bière supérieure. . . 106
PILLIET. Voy. BOULART.
POUCHET (G.) et L. CHABRY. Contribution à l'odontologie des mammifères. 149
QUINQUAUD (CH. E.). Voy. GRÉHANT.
RETTERER et CH. ROBIN. Sur la distribution des fibres élastiques dans les parois artérielles et veineuses. 116
RETTERER (E.). Contribution au développement du squelette des extrémités chez les mammifères. 467
ROBIN (CH.). Voy. RETTERER.
ROBIN (CH.) et L. CHABRY. Note sur les organes élastiques de l'aile des oiseaux. 291
TESTUT (L.). Le muscle présternal et sa signification anatomique. 71
TOURNEUX (F.) et CH. LEGAY. Mémoire sur le développement de l'utérus et du vagin, envisagé principalement chez le fœtus humain. 330

TABLE DES PLANCHES

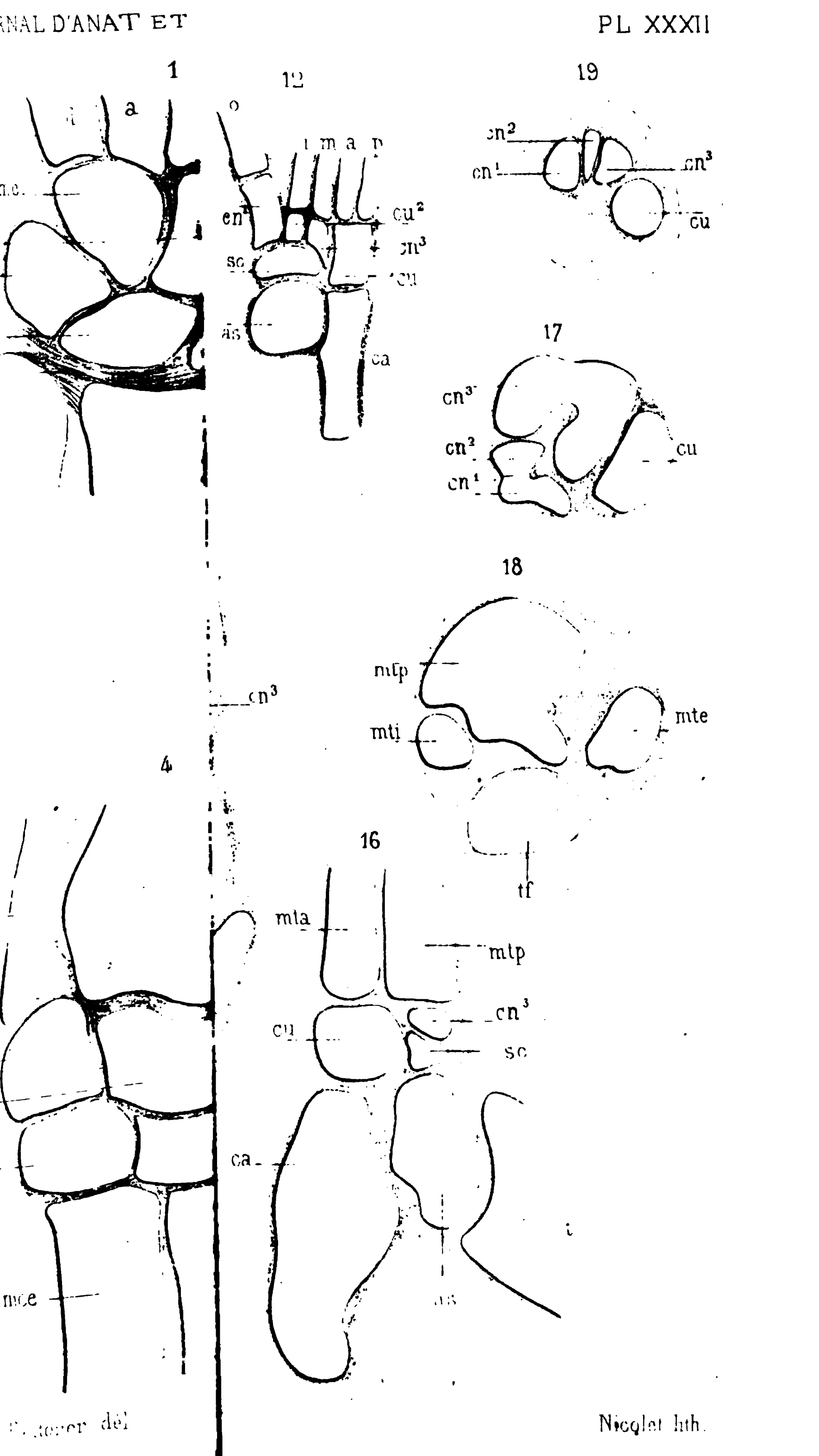
Planches I à IV . . . . . Observations sur quelques lésions infectieuses des muqueuses et de la peau (V. Babes).
Planche V à VII . . . . . Contribution à l'odontologie des mammifères (G. Pouchet et L. Chabry).
Planche VIII. . . . . Description d'un fœtus monstrueux (E.-T. Hamy).
Planches IX à XII. . . . Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseau (Mathias Duval).
Planches XIII à XVI. . . Du développement du canal de l'urèthre et des organes génitaux de l'embryon (O. Cadiat).
Planches XVII et XVIII. . Des formes nouvelles de terminaisons nerveuses dans la peau des mammifères (G. Hoggan).
Planche XIX . . . . . . Note sur les organes élastiques de l'aile des oiseaux (Ch. Robin et L. Chabry).
Planches XX à XXV. . . Mémoire sur le développement de l'utérus et du vagin, envisagé principalement chez le fœtus humain (F. Tourneux et Ch. Legay).
Planches XXVI à XXIX. . Mémoire sur l'utérus et les trompes (O. Cadiat).
Planche XXX. . . . . Mémoire sur un nouvel helminthe, le Sclerostoma Boularti (P. Mégnin).
Planche XXXI. . . . . . Note sur un canard monstrueux (Gadeau de Kerville).
Planches XXXII et XXXIII. Contribution au développement du squelette des extrémités chez les mammifères (E. Retterer).
Planche XXXIV. . . . . Sur un cas d'épithélioma de la glande de Cowper (Hermann et Paquet).

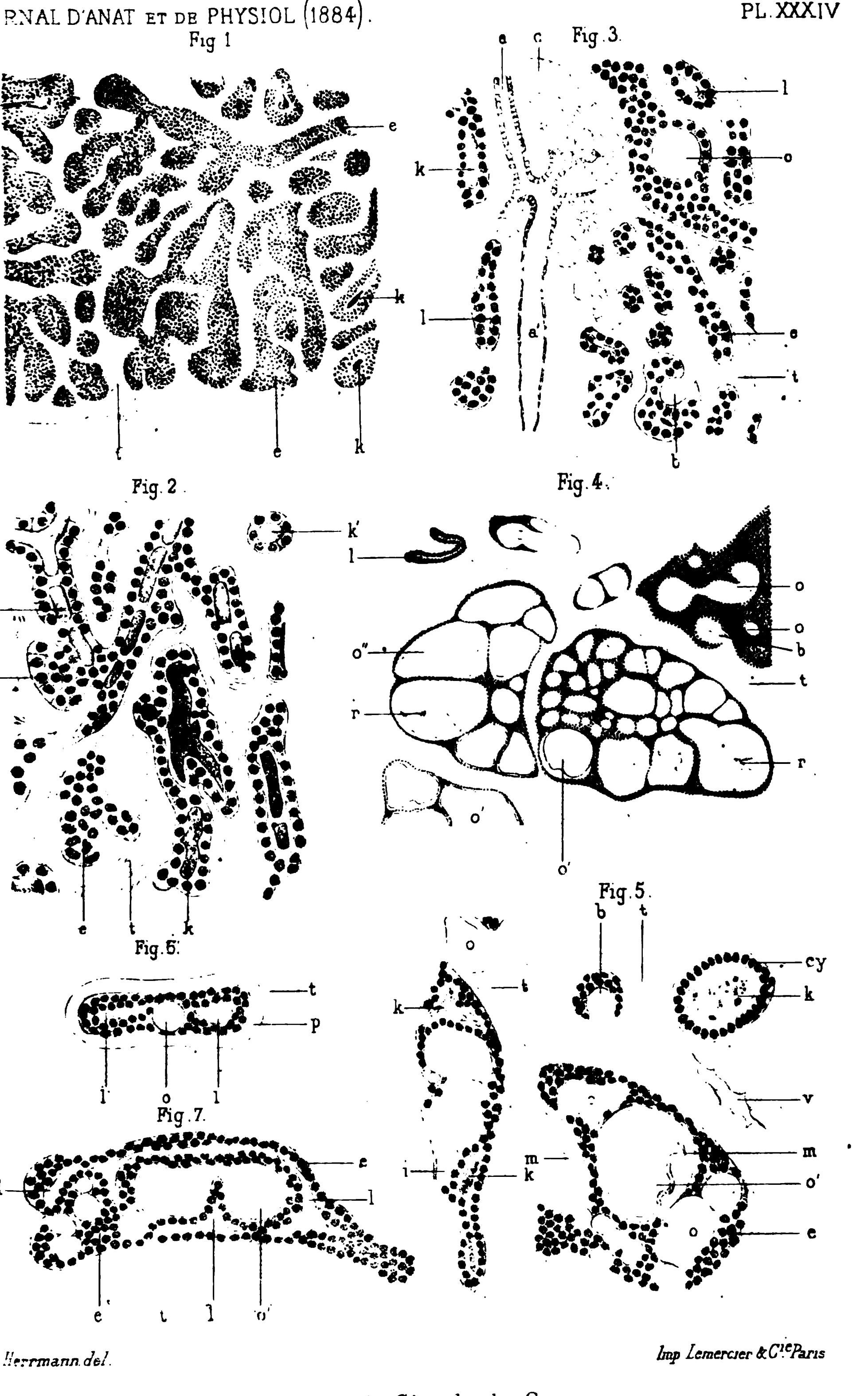
FIN DE LA TABLE DES PLANCHES DU TOME VINGTIÈME.

Le propriétaire-gérant,

Félix Alcan.

Saint-Denis. — Imprimerie de Ch. Lambert, 17, rue de Paris.


1
12
19
17
18
4
16
a
o
m a p
cu²
cn³
cu
sc
as
ca
cn²
cn¹
cn³
cu
mtp
mti
mte
tf
cn³
mta
mtp
cn³
cu
sc
ca
as
mce


RNAL D'ANAT ET DE PHYSIOL (1884).
PL. XXXIV
Fig 1
e
k
t
e
k
Fig. 3.
a
c
l
o
k
l
a'
e
t
t
Fig. 2.
k'
e
t
k
Fig. 4.
l
o
o
b
o"
t
r
r
o'
o'
Fig. 5.
b
t
cy
k
Fig. 6.
o
t
k
t
p
l
o
l
i
k
v
m
m
o'
o
e
Fig. 7.
e
l
e
t
l
o'
Herrmann del.
Imp Lemercier & Cie Paris

